



La gestion automatisée des réseaux d'assainissement : analyse d'un processus d'innovation technique

Brigitte Lancelot

► To cite this version:

Brigitte Lancelot. La gestion automatisée des réseaux d'assainissement : analyse d'un processus d'innovation technique. Automatique / Robotique. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1985. Français. NNT : . tel-00523044

HAL Id: tel-00523044

<https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-00523044>

Submitted on 4 Oct 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

***La Gestion Automatisée
des Réseaux d'Assainissement :
Analyse d'un Processus
d'Innovation Technique***

Brigitte LANCELOT

THESE POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT DE III^{ème} CYCLE
EN SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'ENVIRONNEMENT
SOUTENUE A L'UNIVERSITE DE PARIS VAL DE MARNE

Mars 1985

Composition du Jury :

Monsieur G. TOUPANCE , *Président du Jury , rapporteur*

Monsieur B. ARCHER

Monsieur M. DESBORDES

Monsieur B. TISSIER

Monsieur G. DUPUY , *Directeur de thèse*

EN.P.C.



DOC03775



— « — Que diable pouvez-vous faire là-dedans, depuis si longtemps que vous y êtes ?
— N'vous inquiétez pas mon p'tit père !... on pose les glaces et on dore les plafonds ! »

Musée Carnavalet

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été réalisée, d'une part au Centre d'Enseignement et de Recherche pour la Gestion des Ressources Naturelles et l'Environnement (CERGRENE), et d'autre part au Centre d'Enseignement et de Recherche Techniques et Sociétés (CERTES), grâce à une bourse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Elle a été effectuée sous la responsabilité de Monsieur le Professeur Gabriel DUPUY, chercheur au CERTES et Professeur à l'Institut d'Urbanisme de Paris de l'Université Paris Val de Marne, auquel j'exprime toute ma gratitude.

Je voudrais remercier les personnes qui ont accepté de faire partie de mon jury de thèse :

- Monsieur G. TOUPANCE, Professeur à l'Université Paris Val de Marne
- Monsieur M. DESBORDES du Laboratoire d'Hydrologie Mathématiques de l'Université des Sciences et techniques du Languedoc à Montpellier
- Monsieur B. TISSIER, Directeur des études de la Maîtrise Sciences et Techniques "Protection de l'Environnement" de l'Université Paris VII
- Monsieur B. ARCHER, Secrétaire Permanent du Plan Urbain du Ministère de l'Urbanisme et du Logement, ancien Directeur Général des Services Techniques de la ville de Grenoble

J'adresse mes remerciements également aux personnes qui ont bien voulu m'apporter leur aide et leurs conseils dans ce travail de recherche que je n'aurais pu faire seule, notamment celles qui ont vécu ou qui vivent encore l'expérience de la Seine St Denis, à savoir :

- Monsieur J. MARCHAND, premier responsable de l'Arrondissement Opérationnel 3 (AO3) de la DDE de Seine St Denis, actuellement à la Direction Régionale de l'Equipement de l'Ile de France
- Monsieur ROUSSET, ancien Directeur adjoint de la DDE de Seine Saint-Denis, actuellement Directeur Départemental de l'Equipement de l'Oise
- Monsieur HERVIO, ancien Directeur Départemental de l'Equipement de Seine St Denis, actuellement Directeur Général des Services Départementaux du

Département de Seine St Denis

- Monsieur BATAILLEY, ancien responsable d'A03, actuellement Directeur Départemental de l'Equipeement du Tarn et Garonne

- Monsieur BACHOC, ancien responsable de la subdivision "Etudes Générales" d'A03, actuellement responsable de la subdivision "Gestion des Eaux"

- Monsieur BOUCHET, premier responsable de la subdivision "Etudes Générales" d'A03

- Monsieur DEUTSCH, premier responsable de la cellule "Pollution" d'A03, actuellement responsable de la Division des Equipements Urbains au STU

- Monsieur CALVET, premier responsable de la cellule "Hydraulique" d'A03, actuellement à la Société du Canal de Provence

- Messieurs G. JACQUET et A. FREROT du CERGNE, travaillant à l'élaboration de logiciels de gestion pour la gestion automatisée du réseau d'assainissement de Seine St Denis

- Monsieur CHERON, du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

- Monsieur RENARD, Conseiller Général de Seine St Denis, ancien Président de la 3e commission,

et toutes les autres personnes qui m'ont orientée et guidée pour mener à bien ma recherche, notamment :

- Monsieur CALLON, du groupe de Sociologie de l'Innovation à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris

- Monsieur NICOLON du CNRS

- Monsieur PLATONE, chercheur à la Fondation Nationale des Sciences Politiques

- Monsieur le Professeur BASTIE, du Centre de Recherches et d'Etudes sur Paris et l'Ile de France (CREPIF).

Je tiens à remercier également les membres du CERGNE et du CERTES qui ont été attentifs à mes questions et ont eu la patience de m'écouter.

Merci aussi à Blandine LECUYER et Agnès OSTRE qui ont eu la tâche ingrate de dactylographier ce travail.

Je remercie enfin Monsieur MATHIEU du Plan Urbain (anciennement à la Mission de la Recherche Urbaine) qui a accepté d'aider l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées à financer ma thèse.

TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION GENERALE	1
<u>1ere partie</u> EMERGENCE D'UNE INNOVATION: LA GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT DE LA SEINE SAINT-DENIS	18
Chapitre I PRESENTATION DU DEPARTEMENT DE LA SEINE SAINT-DENIS ----- ET DE SON SYSTEME D'ASSAINISSEMENT	19
A) DESCRIPTION DU CONTEXTE	19
1/ Cadre physique	19
2/ Cadre socio-économique	22
3/ Cadre politico-institutionnel	25
B) LE SYSTEME D'ASSAINISSEMENT	27
1/ Description du réseau	27
a) Type de réseau	27
b) Les grands collecteurs et émissaires	27
c) Les ouvrages spéciaux	30
d) Arsenal technique de la gestion automatisée	31
2/ Le service gestionnaire du réseau	37
a) Caractéristiques juridiques et financières	37
b) Organisation et structure	43
c) Objectifs d'une gestion automatisée du réseau d'assainissement	45
Chapitre II DESCRIPTION DES ETAPES CHRONOLOGIQUES DU DEVELOPPEMENT ----- DE LA GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT	49
A) PREMIERE ETAPE - 1970-1976 - EMERGENCE D'UN PREMIER PROJET DE GESTION AUTOMATISEE: SYSTEME ENTIEREMENT CENTRALISE	50
B) DEUXIEME ETAPE - 1976-1980 - PERIODE REFLEXION : REMISE EN CAUSE DE LA STRUCTURE DU SYSTEME	57
C) TROISIEME ETAPE - 1980-1984 - MISE EN PLACE D'UN NOUVEAU SYSTEME DE GESTION AUTOMATISEE : AUTONOMIE PARTIELLE DES STATIONS LOCALES	61
CONCLUSION	68

Chapitre III	CONDITIONS D'EMERGENCE DE LA GESTION AUTOMATISEE	73
-----	DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT	
A)	POURQUOI CAREDAS ?	74
B)	POURQUOI UN RESEAU DE TELEMESURES ASSOCIE A UN RESEAU DE TELECOMMANDES?	78
C)	POURQUOI EXPERIMENTER DES MOYENS DESTINES A LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION DES EAUX ?	84
CONCLUSION		88
<u>2eme partie</u>	DIFFUSION DE LA GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT EN FRANCE	95
Chapitre I	DESCRIPTION DES SYSTEMES DE GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT EXISTANT EN FRANCE A L'HEURE ACTUELLE	96

A)	CLASSIFICATION DES SYSTEMES DE GESTION AUTOMATISEE PAR OBJECTIFS POURSUIVIS EN MATIERE DE GESTION DES RESEAUX	100
1/	Aide à l'exploitation classique	100
a)	Télédéttection d'apports parasites	100
b)	Télésurveillance du fonctionnement des organes électromécaniques	100
c)	Programmation du fonctionnement des pompes	101
d)	Aide à la planification de l'entretien	101
e)	Visualisation régulière de la disponibilité hydraulique du réseau	102
2/	Amélioration de la qualité du milieu récepteur	103
a)	Contrôle des déversements au milieu naturel	105
b)	Utilisation des bassins de retenue	106
c)	Régulation des apports de charge polluante à la station d'épuration	108
3/	Lutte contre les débordements de réseau	108
a)	Contrôle des stockages en bassin	112
b)	Contrôle des points de délestage	112
c)	Contrôle des vitesses d'écoulement	112

B)	CLASSIFICATION DES SYSTEMES DE GESTION AUTOMATISEE EN FONCTION DES MOYENS TECHNIQUES D'AUTOMATISATION MIS EN OEUVRE	118
1/	Classification par types d'intervention dans le temps	118
a)	Gestion automatisée hors ligne	118
b)	Gestion automatisée en ligne	120
2/	Classification par types d'organisation dans l'espace	121
a)	Gestion locale seule	121
b)	Gestion centrale seule	122
c)	Gestion locale avec surveillance centrale	122
d)	Gestion locale avec modifications centrales	123
3/	Classification par degrés d'intervention humaine	125
a)	Pilotage automatique total	125
b)	Gestion automatisée avec intervention humaine	125
	CONCLUSION	128
Chapitre II	ANALYSE DU PROCESSUS DE DIFFUSION : ELEMENTS INFLUENCANT ----- LA DIFFUSION DE LA GESTION AUTOMATISEE	134
A)	ELEMENTS DE SIMILITUDES CONTEXTUELS	136
1/	Besoins importants	136
a)	Débordements de réseau à enrayer	136
b)	Protection du milieu naturel à assurer	137
c)	Urbanisation à poursuivre	138
2/	Contexte physique défavorable imposant de fortes contraintes techniques	140
a)	Bassins versants étendus	140
b)	Relief peu accentué	141
c)	Sous-sol encombré	142
d)	Exutoire naturel "fragile" qualitativement	143
3/	Contexte économique	143
4/	Contexte politique	151
5/	Contexte institutionnel	154
a)	L'institution maître d'ouvrage	155
a1)	Service d'assainissement communal	156
a2)	Service d'assainissement supra-communal	157
b)	Le service maître d'oeuvre	159
b1)	Modes juridiques de gestion	159
b2)	Organisation des services	162
b3)	Type de personnel	163
b4)	Qualification du personnel	164

B) ELEMENTS DE DIFFUSION EXTERNES AU CONTEXTE, D'ORDRE GENERAL	166
1/ Outils d'automatisation disponibles sur le marché	166
a) Les capteurs de mesures	167
a1) Mesures de la pluie	167
a2) Mesures de débit	170
a3) Mesures de pollution	171
b) Les outils de traitement de l'information	171
b1) Postes périphériques	171
b2) Postes centraux	172
c) Les supports de télétransmission	173
d) Les organes de régulation	174
2/ Incitations nationales à la gestion des réseaux	178
a) Les textes législatifs et réglementaires	178
b) Les incitations techniques et financières	182
b1) Subventions accordées en assainissement	182
b2) Services techniques administratifs compétents	187
3/ Groupes d'acteurs favorables à une gestion automatisée	190
a) Les experts en assainissement	191
b) Des acteurs à la recherche d'une image moderne	192
c) Les futurs exploitants et leur formation	196
4/ Les expériences étrangères	197
5/ Les médias	198
C) DYNAMIQUE PROPRE AU PROCESSUS DE L'INNOVATION	199
CONCLUSION	205
CONCLUSION GENERALE	215
BIBLIOGRAPHIE GENERALE	218
ANNEXES	237
TABLE DES ILLUSTRATIONS	
SIGLES ET ABREVIATIONS	

INTRODUCTION GENERALE

Les réseaux d'assainissement occupent une place de plus en plus importante dans les préoccupations des collectivités locales urbaines du fait des différents enjeux qu'ils représentent :

- enjeu économique: ce sont des infrastructures qui coûtent de plus en plus cher. Elles représentent environ 80% des dépenses d'investissement allouées à l'assainissement au niveau national. Or ces dépenses ne font qu'augmenter. Elles étaient de 2,56 milliards de francs en 1981, elles devaient atteindre 4 milliards en 1984 et l'on estime qu'elles atteindront 6,5 milliards en 1989 (francs constants)(1).

Ces dépenses se répercutent au niveau de la charge foncière, celle-ci étant fixée par le prix du sol nu (25% environ), auquel s'ajoute le coût des travaux de voirie et réseaux divers (40 à 50% de cette charge), le reste étant dû à des prélèvements publics, frais financiers...(2). Or la part du prix du sol nu diminue tandis que le coût des travaux des VRD ne cesse d'augmenter (50 à 100% de hausse entre 1970 et 1980) (2). Les réseaux d'assainissement sont donc pour une bonne part, responsables de l'augmentation des terrains à bâtir puisque ces infrastructures représentent environ 50% du coût des travaux VRD (2).

- enjeu politique: les réseaux d'égouts sont des équipements déterminants dans le choix des zones d'extension d'une agglomération. En effet, d'après l'article R.111.8 du code de l'urbanisme, l'absence de réseaux d'assainissement est un cas de refus de permis de construire (en l'absence de P.O.S.) (2). Lors de la réalisation d'un document d'urbanisme, il convient théoriquement d'élaborer un schéma d'assainissement cohérent avec le zonage d'une part, et avec les finances locales d'autre part. Or l'estimation des équipements d'assainissement est en général très succincte dans les documents d'urbanisme du fait du caractère peu attractif de ces équipements pour les élus (2). Le grand boom de l'urbanisation des années 60 a provoqué un sérieux retard dans l'équipement des infrastructures qui sont à l'heure actuelle en passe de constituer un goulot d'étranglement pour l'urbanisation future de nombreuses collectivités locales (3). Les vieux réseaux servent d'exutoire aux nouveaux et arrivent ainsi à saturation; les risques de débordements en centre ville sont de plus en plus grands et mettent les pouvoirs politiques et

1'Administration dans l'embarras.

- enjeu écologique: au début du siècle l'assainissement urbain consistait à évacuer le plus vite possible hors des zones agglomérées l'ensemble des eaux usées issues des diverses activités humaines pour des raisons d'hygiène et de confort (2). Depuis lors, le développement rapide des villes et des activités industrielles et agricoles, a conduit très vite à une dégradation du milieu naturel, les rivières ne pouvant plus digérer les effluents. Un effort considérable a été fait depuis 20 ans pour doter les agglomérations de stations d'épuration mais les résultats ne sont pas à la hauteur des investissements réalisés (4) et cela en grande partie à cause du réseau de collecte. En 1978 le Ministère de l'Environnement estime que sur 67 millions d'équivalent-habitants qui transitent par le réseau d'assainissement des communes, à peine la moitié (30 millions d'équivalent-habitants) arrive dans les stations d'épuration (5). De plus, on s'aperçoit aujourd'hui que les eaux de ruissellement sont également polluantes. La détérioration de la qualité des eaux est dénoncée d'autant plus fortement que se développe la pratique de loisirs reposant sur l'usage de l'eau. Le réseau d'assainissement est un maillon du cycle de l'eau dans la ville (cf. Figure 1) et il convient aujourd'hui de rechercher des moyens de lutte contre la pollution qu'il amène au milieu naturel.

La problématique classique de l'assainissement en milieu urbain basée sur l'évacuation immédiate des eaux usées et pluviales par un réseau de collecte et de transport date du début du siècle et s'est trouvée renforcée par une instruction technique ministérielle en 1949 (circulaire CAQUOT CG 1333). Elle est aujourd'hui remise en cause du fait de l'apparition de nombreux dysfonctionnements des réseaux d'assainissement (dégradation de l'environnement, insuffisance des collecteurs). Ces dysfonctionnements sont dus à des erreurs de conception, à la vétusté des réseaux, mais aussi au principe même de l'évacuation gravitaire immédiate des eaux urbaines. En effet, ce principe répond difficilement au problème que pose le caractère aléatoire des événements auxquels le réseau doit faire face (pluie de forte intensité, pollution accidentelle des eaux à évacuer). Les conséquences de ces événements sur le fonctionnement du réseau se trouvent accentuées par l'imperméabilisation croissante des sols et le renforcement du souci de protection du milieu naturel.

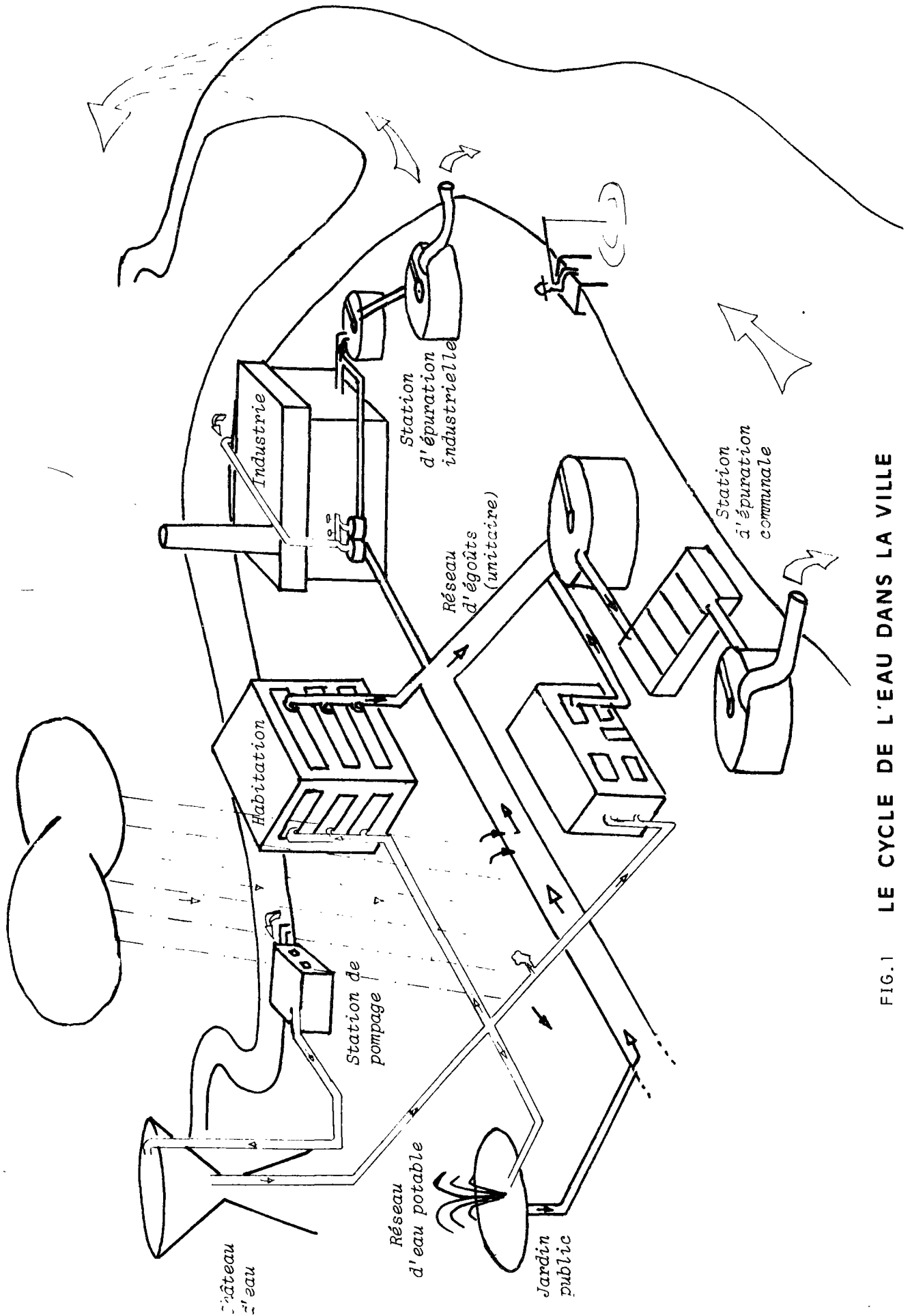


FIG.1 LE CYCLE DE L'EAU DANS LA VILLE

Depuis la deuxième guerre mondiale, il n'y a pas eu de changement majeur dans la technique des réseaux, car il n'existait pas de réels problèmes. Aujourd'hui l'hydrosystème des grands espaces urbains est de plus en plus complexe, et la question des réseaux d'assainissement commence à devenir préoccupante du fait des différents enjeux qu'elle comporte. Mis à part l'instruction technique de 1977 autorisant les stockages, les innovations qui ont eu lieu jusqu'à présent dans ce domaine ont eu des conséquences limitées. L'option fondamentale d'assainissement par écoulement gravitaire en réseau prise depuis longtemps n'est que très marginalement remise en cause par le récent regain d'intérêt pour l'assainissement autonome (6). La gestion automatisée des réseaux d'assainissement est sans doute l'une des innovations qui va apporter des transformations les plus importantes. C'est pourquoi son analyse nous a paru être un sujet intéressant.

De plus, c'est une innovation qui touche le domaine des techniques urbaines et qui est apparue dans le secteur public à un niveau local. Or peu d'études ont été faites sur de telles innovations. Les analyses ont essentiellement porté sur des innovations issues du secteur privé, au niveau de l'entreprise (nouveau produit ou procédé de production...). Comme l'a montré DOCTORS, le marché des services publics locaux est restreint et fragmenté, et par conséquent peu attractif pour les industriels (7). C'est pourquoi peu d'initiatives sont prises dans ce secteur. Les firmes se méfient également des trop fréquents changements d'orientation politique. Les élus locaux sont considérés parfois comme conservateurs et peu enclins aux changements (7). On les juge trop souvent comme incompetents vis à vis des nouvelles technologies, et incapables de promouvoir les biens et services municipaux par un marketing et une promotion des ventes (7). Or la gestion automatisée des réseaux d'assainissement est une innovation qui a émergé au sein d'un service public technique local. Elle peut donc paraître un peu comme un événement exceptionnel. D'où l'intérêt de son étude.

Enfin, la gestion automatisée est une technique qui en elle-même n'est pas neuve puisqu'elle s'applique pratiquement aujourd'hui à la gestion de tous les réseaux techniques urbains (trafic routier, réseaux de gaz, d'eau potable, d'électricité...). Il convient cependant d'adapter des outils techniques ou technologiques existants (capteurs de mesure, automates, modèles mathématiques, mécanismes de télétransmission, organes régulateurs de flux) à un

domaine nouveau qu'est le réseau d'égouts. Cette technique s'insère dans le monde de l'informatique et de la robotique correspondant à l'image d'une société moderne. "L'automatique fait suite à l'apparition de l'électronique et des calculateurs" (8). D'après Y. LUCAS, elle s'inscrit dans le cadre de la révolution scientifique et technique qui constitue l'étape actuelle du développement des forces productives (8). "Les activités de gestion électronique de l'information se développent à un rythme 4 fois plus rapide que celui de la moyenne des autres activités des principaux pays occidentaux" (9). L'innovation étudiée fait donc appel à des techniques appartenant à un système de production en plein essor. L'analyse de leur insertion dans un nouveau domaine nous a donc paru être un sujet intéressant.

La gestion automatisée des réseaux d'assainissement est apparue il y a une dizaine d'années dans le département de la Seine Saint-Denis, et commence à se diffuser dans d'autres collectivités locales françaises. C'est ce processus de l'innovation que nous nous proposons d'analyser. Notre but est d'arriver à déceler les facteurs qui favorisent la diffusion de l'innovation à partir de l'analyse de ses conditions d'émergence dans le contexte local particulier qu'est la Seine Saint-Denis.

Mais avant tout il nous faut définir ce que nous pouvons appeler "gestion automatisée des réseaux d'assainissement". Cette dénomination fait appel à 3 concepts recouverts par les mots "gestion", "automatisation", et "réseaux d'assainissement".

. Le mot "gestion" se retrouve dans 64 dictionnaires classés dans 10 domaines. Il existe des gestion d'affaires, gestion budgétaire, gestion des ressources naturelles, gestion d'entreprise etc... Dans un dictionnaire économique (TEZ 1968) la gestion est définie comme "l'art de combiner les différents moyens matériels et intellectuels à la disposition d'une collectivité, en vue d'aboutir, dans une organisation donnée, au maximum de rendement et de productivité, à l'issue de périodes déterminées". Dans un autre (LAUZEL MUSS 1970) on trouve: "gestion= mise en oeuvre par un responsable des ressources qui lui sont confiées en vue d'atteindre, en respectant un certain nombre de règles, l'objectif pour lequel ces ressources ont été mise en place". Il ressort de ces définitions la notion d'utilisation d'un capital en vue d'aboutir au maximum de rendement par rapport à l'objectif pour lequel ce

capital a été constitué. Pour le domaine qui nous concerne (les réseaux d'assainissement) le concept d'une gestion est très récent. Il pourrait correspondre à l'ensemble des opérations concourant au maintien dans le temps des conditions optimum de fonctionnement du réseau, conformément aux objectifs pour lesquels il est conçu (collecte, transport, traitement des eaux urbaines). Nous reprendrons alors la seule définition que nous ayons trouvée qui est celle que donne Régis BOURRIER dans son livre intitulé "Les réseaux d'assainissement" (10):

"La gestion d'un réseau d'assainissement a pour principal objet d'assurer:

- la pérennité des ouvrages par des opérations de conservation,
- l'entretien courant des réseaux et des organes mécaniques par les interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance,
- l'exploitation pour la régulation des débits et la synchronisation: collecte, transfert et traitement"...

Nous appellerons donc gestion des réseaux d'assainissement toute action visant la prolongation de la longévité du réseau (par exemple empêcher sa détérioration), son entretien ainsi que celui des ouvrages spéciaux (leur maintien en bon état de fonctionnement), la régulation des débits donc la maîtrise des apports, écoulements et rejets en quantité et en qualité afin d'optimiser son fonctionnement.

Cette définition exclut ainsi le domaine de la gestion des personnes et la gestion de la programmation d'ouvrages neufs (prévision, conception, construction). Or une bonne gestion telle que nous venons de la définir, ne peut être séparée de ces deux approches (gestion des personnes et de la programmation d'ouvrages neufs). Le cadre restreint de notre thèse exigeait une limitation du sujet, c'est pourquoi nous avons admis cette exclusion. De plus, la gestion des personnels exigerait des approches très différentes que nous n'avons pas la prétention de maîtriser (ethnologie, sociologie des organisations...(11)). Toutefois nous avons essayé de mettre en évidence, à chaque fois que cela était possible, les relations entre l'innovation que constitue l'automatisation dans la gestion des réseaux au sens strict, et la gestion des personnels ou de la programmation des travaux neufs.

. Le concept des "réseaux d'assainissement" rassemble l'ensemble des collecteurs, ouvrages annexes et spéciaux tels que déversoirs d'orage, bassins

de retenue, pompes de relèvement, destinés à collecter, transporter et évacuer les eaux usées et pluviales d'une agglomération urbaine vers le milieu naturel de manière à préserver les exigences de ce dernier et à respecter les règles de l'hygiène publique.

Nous excluons donc de notre étude la partie située sous le domaine privée. De même que nous excluons la station d'épuration. Ces limitations rendues nécessaires par la durée et les moyens impartis à notre travail, sont acceptables dans la mesure où l'innovation porte actuellement surtout sur l'automatisation de l'écoulement dans la partie du réseau située à l'aval des installations privées et en amont des stations. Toutefois il faut garder en mémoire que le réseau inclut cet amont et cet aval, et nous ne manquerons pas d'évoquer les conséquences de la gestion automatisée sur l'un et l'autre.

. Le mot "automatisée" peut être défini de plusieurs façons. Nous citerons:

- la définition que donne le "Trésor de la langue française" (12):

"automatiser: (technol.) rendre automatique, faire exécuter par une machine un programme de travail jusqu'alors réalisé manuellement".

Ce programme de travail s'appliquera, bien entendu, à la gestion des réseaux d'assainissement.

- celle que donne M. NASLIN dans le livre d'Yvette LUCAS (8):

"l'automatisation réside dans la substitution d'organes technologiques aux organes humains d'effort, d'observation, de mémoire et de décision."

Cela sera donc lorsqu'une machine effectuera à la place de l'homme un travail de mobilisation de forces (organes de régulation), d'aide à la connaissance et à l'étude (capteurs de mesure), d'enregistrement et de traitement de l'information afin d'aider à la décision (programmes sur ordinateur).

- celle donnée par M. JAGODA lors d'une table ronde sur l'informatique et la ville organisée par le CREPIF le 1er juin 1983 (13):

"L'automatique urbaine est un système organisé autour d'un réseau de transmission de l'information avec à la base des équipements électroniques réalisant des fonctions plus ou moins complexes (automates

programmables ou senseurs) qui émettent ou reçoivent de l'information gérée à un niveau hiérarchique supérieur. Ces équipements sont sous le contrôle d'un superviseur de système".

On retrouve là une organisation dans l'espace d'un système particulier de gestion automatisée, mais comme nous le verrons plus loin, ce type d'organisation n'est pas le seul admissible.

Ainsi définie, nous voyons que la gestion automatisée des réseaux d'assainissement peut prendre un sens large, et les moyens mis en oeuvre pour y parvenir peuvent être divers.

Il nous faut définir à présent ce qu'est le processus de l'innovation et la démarche que nous avons adoptée pour parvenir à son analyse.

Il n'existe pratiquement pas d'uniformité dans les différentes définitions données au processus de l'innovation. Chacun considère ce processus en fonction de son propre point de vue rattaché à la discipline pour laquelle il travaille (14). Chaque spécialiste concentre ses recherches sur l'aspect du problème qui le concerne:

- Les économistes accordent à la firme et à l'entrepreneur un rôle essentiel dans le processus de l'innovation. J.L. MAUNOURY par exemple considère que "le savoir n'a pas de valeur économique en soi et n'est apprécié que par rapport à la production matérielle" (15). Il en est de même pour Schumpeter et Mansfield qui réservent le mot "innovation" à l'appréciation d'une "invention" sur le marché. A ce propos, les spécialistes distinguent "l'invention" de la "découverte". Selon Forbes, "une découverte scientifique, c'est la reconnaissance ou l'observation première d'un objet ou d'un phénomène naturel, tandis que l'invention, c'est la création de quelque chose de technologiquement nouveau qui n'existait pas jusque là"(14).

- L'office des brevets américain par contre ne s'intéresse qu'à l'évènement initial, au moment où sont accordés les droits, sans se préoccuper des applications finales. Le processus de l'innovation se limite donc ici à sa première application.

- Certains auteurs voient dans le processus de l'innovation un élément intentionnel: "celui de produire par l'innovation des changements dans l'environnement physique et social" (Tannenbaum, Peter Drucker). Mais Kransberg

souligne que ces affirmations négligent deux points importants: premièrement la plupart des innovations sont issues de calculs beaucoup plus terre à terre faits par les hommes d'affaires sur les coûts, les bénéfices, l'accès aux ressources..., par les techniciens qui ont leur propre vision de l'efficacité technique, par les pouvoirs politiques qui réagissent à différentes pressions etc. Deuxièmement, les innovations peuvent causer des changements différents de ceux qu'envisageaient leurs auteurs (effets secondaires).

Nous ne perdrons pas de vue ces réflexions lors de notre analyse du processus de l'innovation. Pour notre étude, nous retiendrons la définition que donne KRANSBERG à l'innovation. Il précise qu'une innovation se caractérise par le fait qu'elle "promet d'être "meilleure" que les moyens existants qui visent au même but, en offrant soit une qualité meilleure pour un prix égal, soit la même qualité pour un prix inférieur, soit un procédé de production plus rapide etc."(14) Cette définition est en effet moins restrictive que celles des économistes cités précédemment puisqu'elle ne se limite pas à "quelque chose de technologiquement nouveau" reconnue sur le marché, et n'implique pas de modification de but recherché. Elle implique par contre une modification dans la pratique des moyens. Ainsi, nous n'écarterons pas le fait que le processus de l'innovation peut se caractériser simplement par des changements dans les habitudes de gestion des réseaux d'assainissement.

Il existe des innovations technologiques, mais aussi sociales ("méthodes nouvelles pour amener les êtres humains à entrer en concurrence et à coopérer dans le processus social" - Kuznets)(14), des innovations économiques (la comptabilité), des innovations commerciales (l'achat à crédit), des innovations politiques (nouveaux types d'organisation) etc. Notre étude portant sur le cas particulier de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement est focalisée sur l'étude d'une innovation technologique. Mais nous n'excluerons pas de l'analyse d'autres éclairages complémentaires, dans la mesure où une innovation technologique s'accompagne le plus souvent de transformations socio-économiques, comme le font remarquer Tannenbaum, Peter Drucker ou Nicolon (14)(16).

La description du processus de l'innovation peut se faire selon plusieurs modèles. Le processus peut être analysé en termes de phases d'une séquence linéaire et unidirectionnelle (travaux de Usher, Schumpeter, Machlup,

Gilfillan...). Kransberg distingue alors 5 phases fonctionnelles séparées(14):

- 1/ Définition du problème et génération de l'idée
- 2/ Invention
- 3/ Recherche et développement
- 4/ Applications (première utilisation)
- 5/ Diffusion (introduction dans un contexte autre que celui de l'application originale)

On peut rapprocher cette description de la définition de l'innovation donnée par l'OCDE en décembre 1972: "Conception, réalisation, production et diffusion dans la vie sociale d'un produit ou d'un procédé nouveau" (16) qui elle aussi, donne l'image d'un processus linéaire et continu se déroulant selon une succession d'étapes, trouvant en soi sa propre force de propulsion, ayant un commencement (une intuition, une idée, un projet technique paraissant relever de la génération spontanée) et une fin (le succès commercial qui constitue la reconnaissance sociale de l'utilité de la nouveauté). D'après NICOLON "Cette définition privilégie la division conceptuelle des activités qui interviennent dans la production et la conversion des connaissances scientifiques et techniques en produits ou procédés nouveaux diffusables sur le marché. Elle les articule dans l'ordre chronologique de leur succession tel qu'il apparaît le plus souvent, partant du produit existant et remontant la succession des événements, informations et activités qui lui ont donné naissance" (16).

Or, Nicolon précise qu'une description ex post des filières génétiques de l'innovation ne représente que faiblement la complexité des phénomènes:

- elle privilégie certains sous-systèmes techniques,
- elle sélectionne des faits importants mais appauvrit l'image qu'elle donne de la réalité,
- elle délimite des frontières du processus qui sont pour le moins incertaines. Un objectif scientifique ou technique est rarement une fin en soi, mais le moyen d'une fin qui se situe hors de la technique, dans l'univers de l'économie (profit) ou de l'utilité sociale (service rendu), des rapports socio-politiques (réduction des inégalités), des symbolismes sociaux (prestige) etc..."(16)

La fin d'une innovation est souvent difficile à cerner. D'après J.L. MAUNOURY, "il y a souvent une zone terminale mixte au cours de laquelle le produit nouveau fait ses débuts sous une forme non encore définitive et dont

on retire des informations techniques pour apporter des modifications" (15).

Nous remarquons ainsi que les opinions sont divergentes sur la description du processus de l'innovation.

En ce qui concerne l'analyse du processus , les théories classiques de l'innovation se polarisent en deux groupes (12):

- les théories déterministes qui estiment qu'une innovation se produit lorsque certaines conditions sont réunies
- les théories individualistes qui accentuent le rôle de l'individu et minimisent l'influence des pressions extérieures.

Kransberg estime que ces 2 thèses ne sont pas exclusives l'une de l'autre: l'innovateur subit forcément des pressions extérieures, de même que les forces sociales, économiques, culturelles, institutionnelles, politiques ou techniques ne s'exercent que par l'intermédiaire d'individus. NICOLON souligne que "la logique respective des différents espaces-sociaux commandent largement le comportement des acteurs dans le processus de l'innovation" (16).

Que peut-on tirer de ces réflexions?

Nous considérons qu'il n'existe pas de théories directement applicables à l'analyse du processus de l'innovation. Nous retiendrons cependant que:

- d'une part, une innovation ne se caractérise pas forcément par la recherche d'un profit et que la finalité du processus n'est pas forcément sa solvabilité sur le marché; elle peut se situer dans l'univers social, politique...
- d'autre part, que l'analyse du processus de l'innovation peut être abordée de façons très diverses selon les théories auxquelles on se réfère.

Nous procéderons alors de la façon suivante:

. Nous considérerons que la gestion automatisée des réseaux d'assainissement est une innovation puisqu'elle correspond à une approche technique nouvelle de la gestion des réseaux d'assainissement et qu'une diffusion est déjà engagée en France. Un processus est donc enclenché.

. Nous analyserons le processus de l'innovation en tenant compte des interactions ou interrelations dynamiques qui existent entre les éléments du système dans lequel ce processus se produit. Nous considérerons les individus

et leur environnement comme éléments de ce système, organisés en fonction d'un but (17) qui est celui de la mise en application d'une gestion automatisée, même si ce but n'est qu'un objectif intermédiaire qui relève d'autres déterminations. Nous aurons donc une approche écologique du processus de l'innovation, l'écologie étant la science qui étudie les relations existantes entre les êtres vivants et le milieu où ils vivent (17). Nous tâcherons de mettre en valeur le rôle des facteurs sociaux, politiques, institutionnels, économiques aussi bien que techniques, dans le processus.

. Nous distinguerons deux phases dans le processus de l'innovation: la phase d'émergence de l'innovation (correspondant aux 4 premières phases de KRANSBERG) et la phase de diffusion (correspondant à la 5ème phase de KRANSBERG). Mais nous sommes conscients que la limite entre ces deux phases n'est pas nette, celles-ci se recoupent dans le temps (le début de la première étant cependant nécessairement antérieur au début de la seconde), à cause des mécanismes de régulation (blocages). Nous ne voulons pas donner l'image d'un processus linéaire et continu où chacune des étapes a un commencement et une fin. Nous situerons cependant le début du processus au moment où des individus se sont trouvés face à un problème à résoudre et se sont engagés dans des actions pour trouver des solutions, afin de ne pas perdre leur identité. Quant à la fin du processus, elle ne peut être datée puisque l'innovation est encore en pleine phase de diffusion.

La première partie de notre thèse consacrée à l'analyse de la première phase, consiste donc à rechercher les conditions qui ont fait naître la gestion automatisée des réseaux d'assainissement en Seine Saint-Denis. Nous avons fait l'hypothèse que cette innovation était née dans un contexte local particulier constitué d'éléments hétérogènes (physiques, socio-politiques, économiques, institutionnels et techniques) qui ont influencé très fortement l'attitude qu'ont pu prendre les différents acteurs à l'origine de l'innovation. Nous avons donc recherché les caractéristiques de ce contexte (chap. I). Nous avons ensuite procédé à une description des étapes chronologiques de la mise en application de l'innovation afin de comprendre le déroulement du processus (chap. II). Puis nous en avons déduit les conditions d'émergence de l'innovation en faisant ressortir les interrelations qui existaient entre les différents éléments du système, sans tenir compte cette fois de la dimension temporelle, mais en intégrant les acteurs et leur milieu (chap. III).

La seconde partie de notre thèse consacrée à la phase actuelle du processus (deuxième phase), consiste en l'analyse de la diffusion de l'innovation. La question initiale était la suivante: comment une innovation, a priori aussi dépendante d'un contexte local très spécifique, peut-elle se diffuser, se transposer à d'autres contextes urbains? Nous avons tout d'abord recherché par enquête les différents types de gestion automatisée des réseaux d'assainissement existants en France à l'heure actuelle. Il nous est apparu très vite qu'il n'existait pas de systèmes techniques strictement semblables à celui de la Seine Saint-Denis, mais nous avons pu cependant regrouper tous les systèmes de gestion automatisée des collectivités auprès desquelles nous avons enquêté, dans une typologie simple faisant ressortir leur appartenance à une même logique globale dont la Seine Saint-Denis peut être considéré comme le prototype (chap. I). Nous avons ensuite recherché les facteurs qui ont favorisé la diffusion de l'innovation, en faisant l'hypothèse que l'on devait retrouver des facteurs similaires à ceux qui avaient favorisé son émergence en Seine Saint-Denis. Nous avons regroupé les facteurs favorables à la diffusion de l'innovation en trois types (chap. II): éléments contextuels semblables à ceux de la Seine Saint-Denis, facteurs d'ordre général dont l'influence s'exerce indépendamment du contexte local, et enfin facteurs découlant du fait que l'expérience de la Seine Saint-Denis commence à être connue et crée des conditions propice à sa diffusion (dynamique propre).

Notre étude sur l'analyse du processus de l'innovation s'est limitée à la France métropolitaine pour des raisons de disponibilités relatives aux enquêtes à effectuer sur le terrain. Elle s'est également limitée dans le temps à cause de la durée qui nous était impartie pour effectuer cette thèse, mais elle pourrait se poursuivre car le processus de diffusion de l'innovation n'est pas terminé, et peut à terme, modifier certaines de nos conclusions.

La gestion automatisée des réseaux d'assainissement se situant, en 1982, aux tous premiers stades de la phase de diffusion du processus, il n'était pas possible d'appliquer une méthode statistique basée sur la théorie de la diffusion, permettant de calculer le nombre de collectivités qui pourraient être touchées par l'innovation, comme l'a fait L.ANDERSON (18). Une telle méthode serait applicable pour des états plus avancés de diffusion. Néanmoins, nous considérons que notre méthode d'analyse, basée sur une approche écologique du processus de l'innovation (interactions dynamiques

entre les individus et leur milieu), reste valable pour l'analyse de n'importe quelle innovation. On considère que dans n'importe quel cas, il existe une phase d'émergence suivie d'une phase de diffusion (sans limites nettes entre les deux), toutes deux étant conditionnées par un ensemble de facteurs contextuels et exogènes dont les acteurs tirent partie. Nous pensons donc que notre méthode a un caractère reproductible, et pourrait notamment s'appliquer à l'étude des transferts technologiques vers les pays en voie de développement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE L'INTRODUCTION

- (1) TISSIER M.
"L'assainissement: vers une décision déchirante"
in SCIENCES ET TECHNIQUES n°2 - Mars 1984 - pp 22 à 25
- (2) BIGUET C.
"Programmation de l'assainissement et planification urbaine" - Mémoire
lourd pour l'obtention du DIUP - Créteil avril 1983 -
- (3) DUPUY G. KNAEBEL G.
"Assainir la ville hier et aujourd'hui" -
Dunod 1982 -
- (4) MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT - PLAN URBAIN -
Rapport du groupe de travail sur "le cycle urbain de l'eau" -
Automne 1984 -
- (5) "L'assainissement des collectivités locales" -
in ACTUALITES ENVIRONNEMENT n° 18 - Juin 1982 -
Revue du Ministère de l'Environnement
- (6) FAUDRY D.
"L'évolution technique des réseaux d'assainissement depuis 1945" -
IREP-CEPS - Mars 1984 -
- (7) DOCTORS S.I.
"Technology transfer by state and local government" -
Ed OG &H 1981 -
- (8) LUCAS Y.
"L'automation"
Ed. PUF - Le sociologue - Paris 1982

- (9) "Le Monde"
5 Septembre 1984 -

- (10) BOURRIER R.
"Les réseaux d'assainissement - calculs, applications, perspectives" -
Ed Techniques et documentation - Paris 1981 -

- (11) BOUVIER P.
"Technologies et effets socio-professionnels - Le cas des transports
collectifs parisiens - (1900-1983)" -
Centre d'Etudes Sociologiques - LP CNRS 811 -
Mars 1983 -

- (12) LE TRESOR DE LA LANGUE FRANCAISE - Dictionnaire de la langue du 19e et
20e siècle (15 volumes) -
Ed CNRS -

- (13) JAGODA M.
"Informatique et optimisation des équipements" -
in Cahiers du CREPIF n° 2 -
Septembre 1983 -

- (14) KRANSBERG M.
"Le processus d'innovation - un modèle écologique" -
in Culture et Technique n° 10 -
Juin 1983 -

- (15) MAUNOURY J.L.
"La génèse des innovations" -
Ed PUF -
Paris 1968 -

- (16) NICOLON A.
"Le véhicule électrique" -
Ed CNRS - Energie et Société -
1977 -

- (17) DE ROSNAY J.
 "Le microscope - vers une vision globale" -
 Ed du SEUIL - Collec. POINT -
 1975 -
- (18) ANDERSON L.
 "Incendie et maladie. Le développement des réseaux hydrauliques en
 Nouvelle Angleterre - 1870 1900 -
 in Les Annales de la Recherche Urbaine
 Octobre 1984

1ère PARTIE

EMERGENCE D'UNE INNOVATION :
LA GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX
D'ASSAINISSEMENT DE LA SEINE SAINT-DENIS

1ère PARTIE

EMERGENCE D'UNE INNOVATION :
LA GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX
D'ASSAINISSEMENT DE LA SEINE SAINT-DENIS

Un nouveau mode de gestion des réseaux, faisant appel à des techniques modernes jamais utilisées jusqu'alors en égout, est en train de se mettre en place à l'heure actuelle en Seine Saint-Denis. Cette mise en place résulte d'un processus dont on peut situer l'origine vers 1972.

Nous allons analyser dans cette première partie l'émergence de l'innovation technique que constitue la gestion automatisée des réseaux d'assainissement.

Nous décrirons tout d'abord le contexte dans lequel l'expérience de gestion automatisée des réseaux d'assainissement s'est développée, contexte très particulier du moins à l'époque où le processus d'innovation a été initié (chapitre I).

Puis, nous décrirons les étapes chronologiques du développement de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement (chapitre II).

Après avoir constaté qu'il s'agit bien de la mise en place effective d'une réelle innovation, nous tenterons ensuite d'identifier les conditions qui ont rendu possible l'émergence d'une telle innovation locale (chapitre III).

Les informations qui nous ont permis d'élaborer cette première partie de thèse ont été obtenues par interviews auprès des personnes concernées, et par lecture d'articles et d'ouvrages, notamment les archives du Conseil Général de la Seine Saint Denis.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU DEPARTEMENT DE LA SEINE SAINT-DENIS
ET DE SON SYSTEME D'ASSAINISSEMENT

A/ DESCRIPTION DU CONTEXTE

1/ Cadre physique

La Seine Saint-Denis est un département limitrophe de Paris. Sa superficie est de 235 km², soit un peu plus de deux fois celle de la capitale (1).

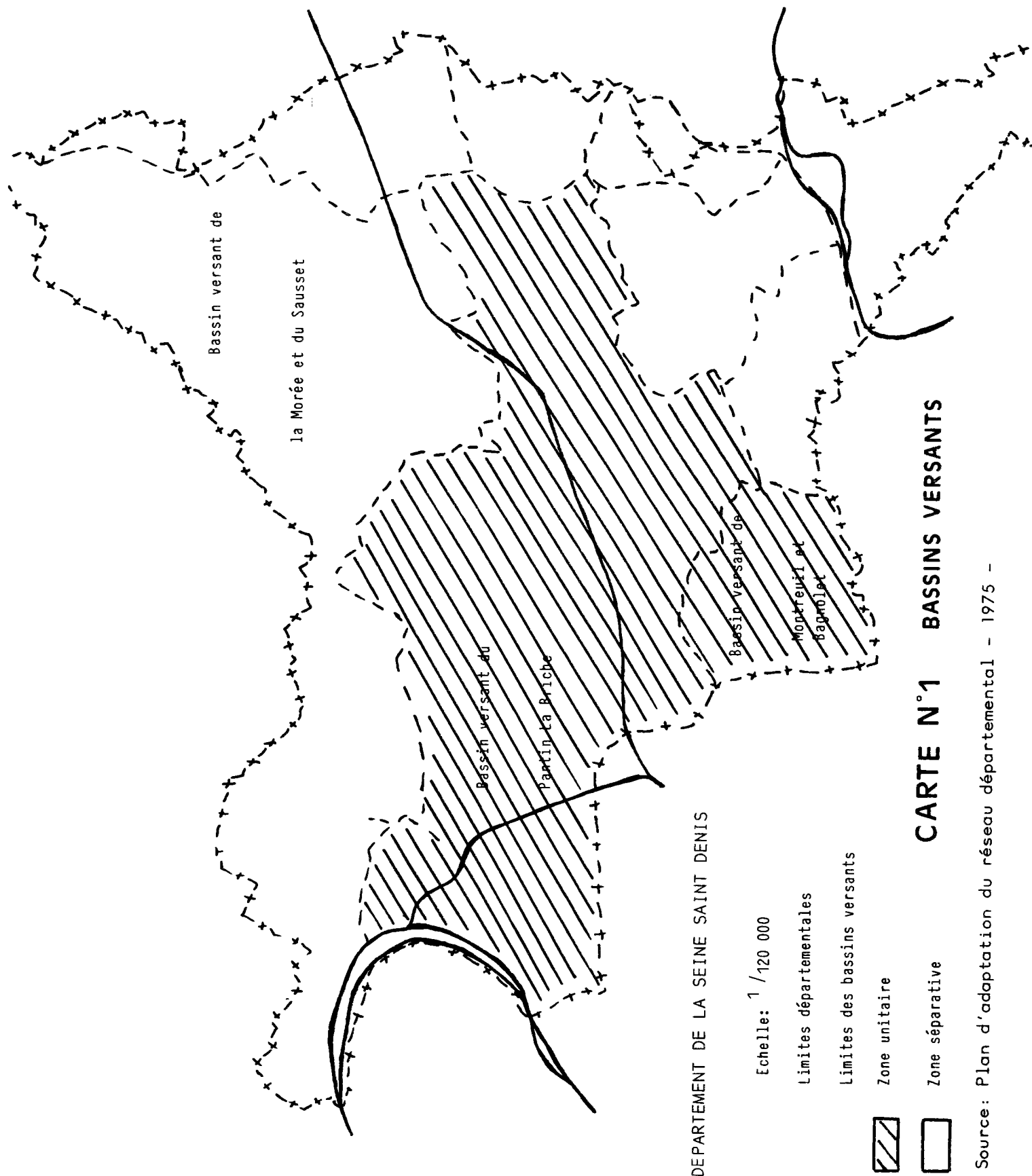
Son relief est plat. Au nord du canal de l'Ourcq s'étend une vaste plaine d'une altitude moyenne de 40 m tandis qu'au sud de ce canal l'altitude est un peu plus accentuée atteignant 130 m à Montfermeil et marquant deux profondes dépressions au niveau de Rosny-sous-Bois et de Gagny.

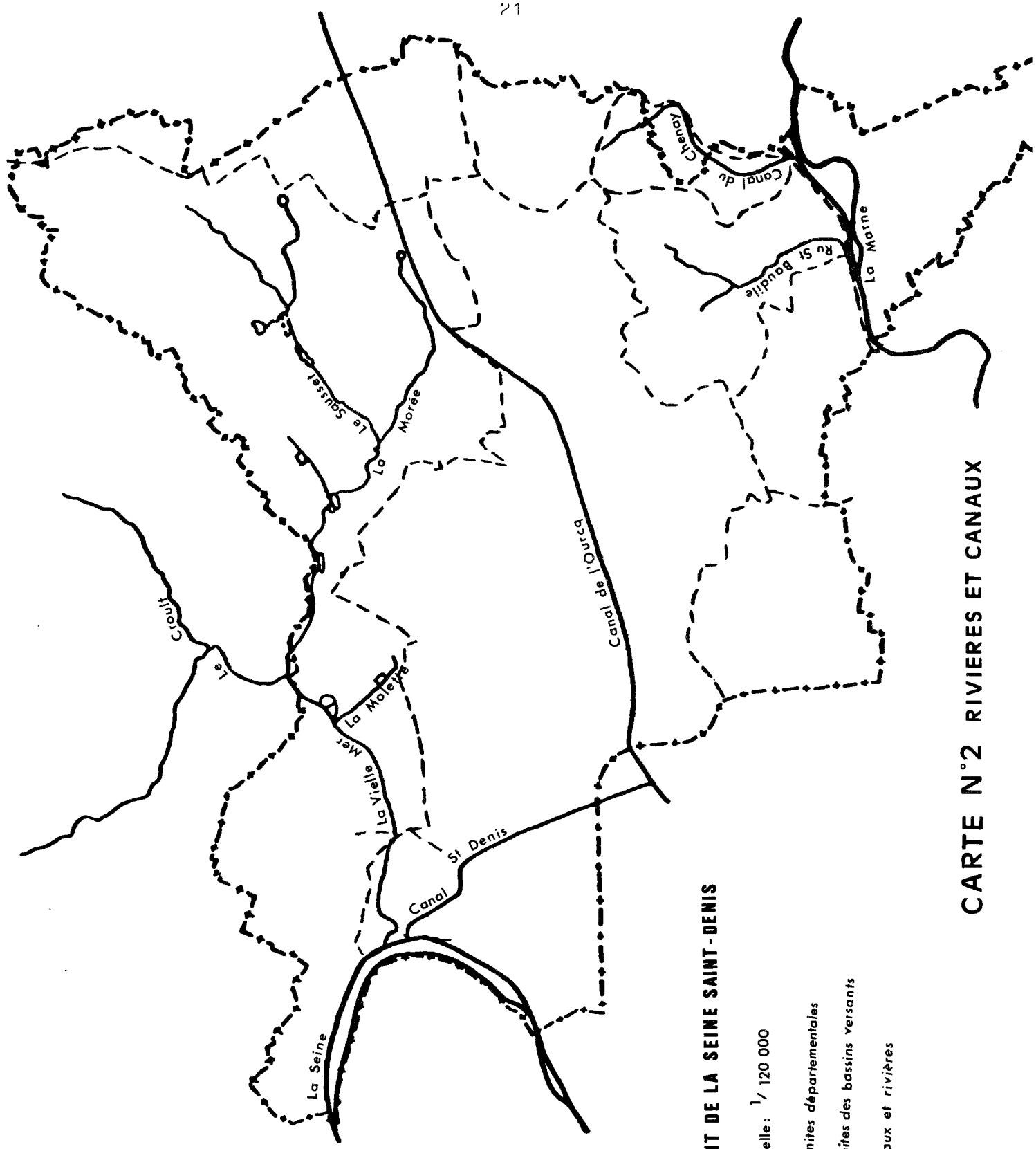
Les bassins versants sont étendus: le bassin de la Morée couvre environ 50 km² et le bassin versant principal (Pantin La Briche) près de 90 km² (cf. carte n°1). Leurs eaux se concentrent vers des exutoires étroits qui ne concernent le département que sur de faibles distances (La Seine à l'ouest sur 8 km et la Marne au sud sur 6 km)(cf. carte n°2). Les rivières sont bien souvent canalisées et à faible débit:

. collecteur Vieille-Mer: 12 m³/s = débit max. là où la restriction est la plus nette.

. collecteur du Croult : 6 m³/s = débit max. là où la restriction est la plus nette.

. partie amont de la Vielle-Mer, du Croult au Garges-Epinay: 20 m³/s .





DEPARTEMENT DE LA SEINE SAINT-DENIS

Echelle: 1/120 000

- +— limites départementales
- limites des bassins versants
- canaux et rivières

CARTE N°2 RIVIERES ET CANAUX

Le temps de propagation d'onde de débit est relativement court. Exemple du Blanc-Mesnil à l'aval des caissons de la Vieille-Mer: 45 à 50 minutes (2).

La Vieille-Mer est une rivière canalisée située dans une cuvette où les débordements sont fréquents. Elle naît de la jonction au nord du département du Croult qui vient du Val d'Oise, de la Morée qui reçoit plusieurs affluents, eux aussi canalisés, et de Molette devenue collecteur à ciel ouvert.

Le climat du département est fort peu différent de celui de l'ensemble de la Région Parisienne. La répartition des jours de pluie est régulière tout au long de l'année. La hauteur moyenne des précipitations est de 561 mm/an atteignant 60 mm en août et 35 mm en mars.

Géologiquement, le sol est hétérogène. Il est constitué d'une série sédimentaire alternativement tendre, meuble ou plastique recouvrant un substratum crayeux.

2/ Cadre socio-économique

La Seine Saint-Denis est un des plus petits départements par sa superficie mais un des plus grands par le nombre d'habitants. La densité est de 125 h/ha (1) (cf. carte n°3). En 1982 on recense 1 325 000 habitants.

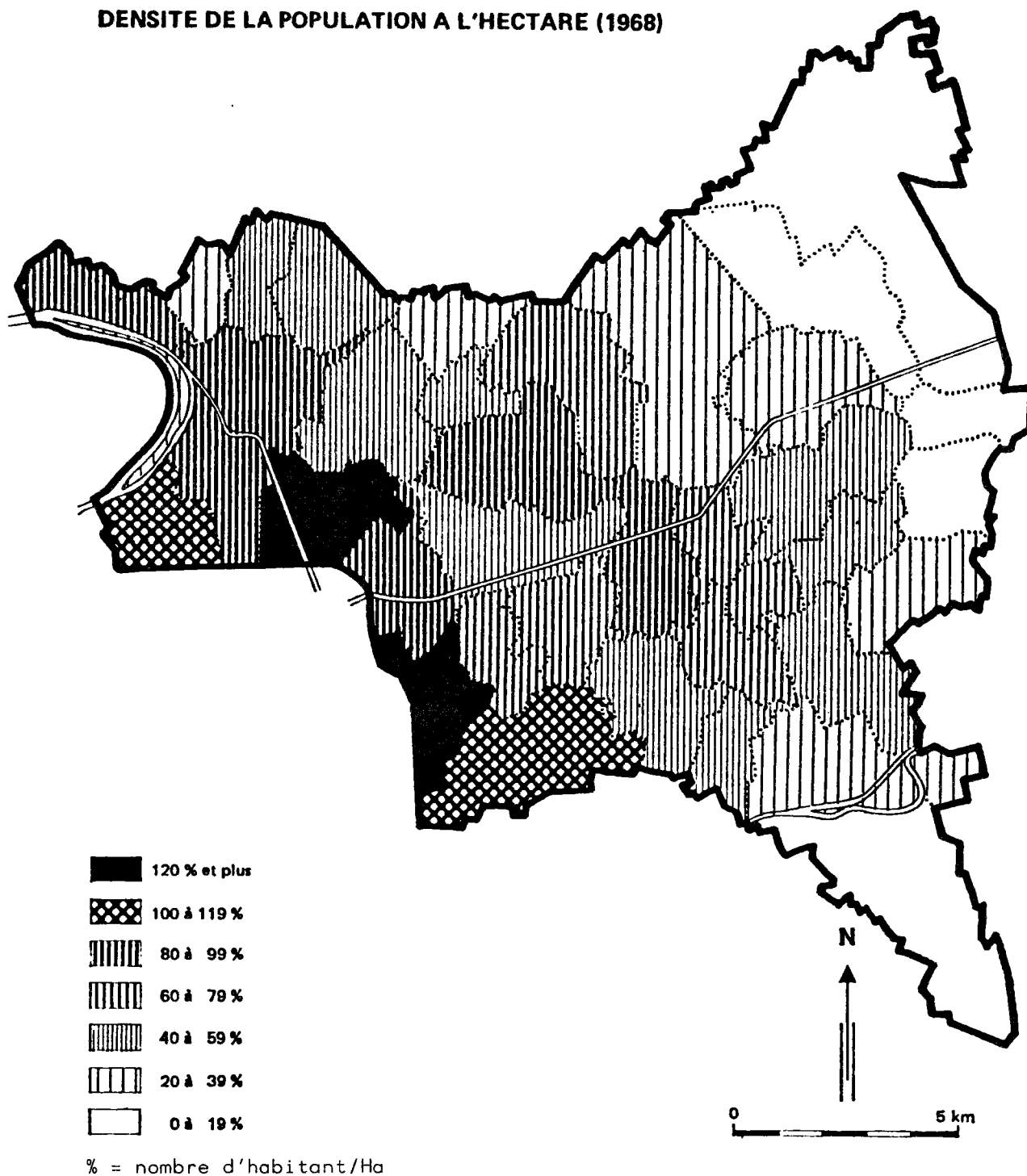
Plus de 40% des habitants sont ouvriers. La population est jeune et peu diplômée. Beaucoup d'actifs sont étrangers (1).

La Seine Saint-Denis a l'essentiel de son activité orienté vers la production industrielle. Les types d'industries sont variés: métallurgie, sidérurgie, construction mécanique, automobile, chimie, agro-alimentaire (cf. carte n°4). Seulement 7% de la superficie du département conservent un caractère agricole (1).

A l'heure actuelle, les communes accueillant le plus grand surplus de population sont celles du Nord-Est (Sevran, Tremblay-les-Gonnesse, Villepinte) tandis que celles limitrophes de Paris se dépeuplent.

CARTE N°3

DENSITE DE LA POPULATION A L'HECTARE (1968)

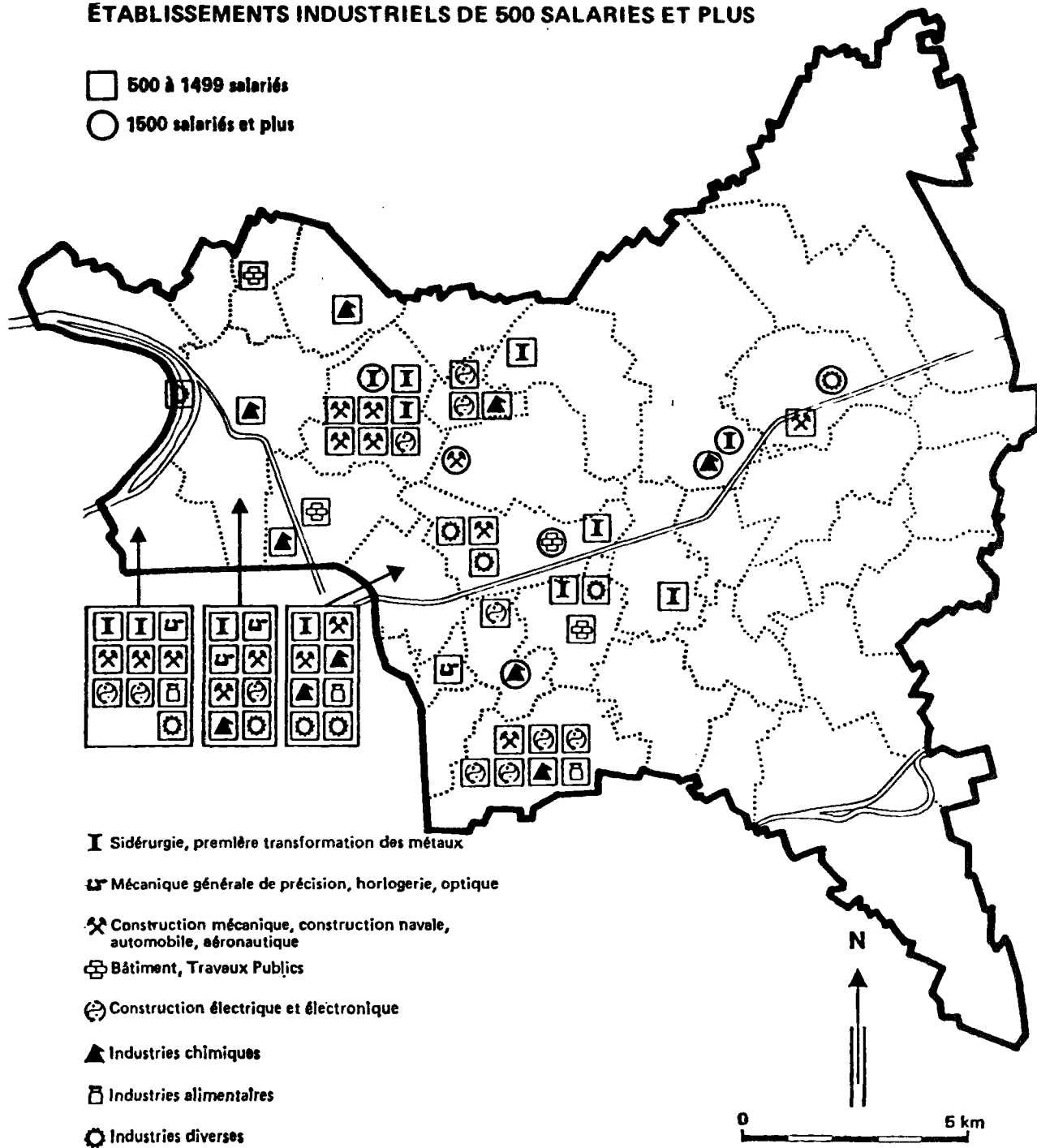


Source: Notes et Etudes Documentaires - 25 Mai 1972 - N° 3892 3893 3894
 " Les nouveaux départements de la Région Parisienne - Département de Seine St-Denis"
 Documentation Française

CARTE N°4

ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS DE 500 SALARIÉS ET PLUS

- 500 à 1499 salariés
 ○ 1500 salariés et plus



Source: Notes et Etudes Documentaires - 25 Mai 1972 - N° 3892 3893 3894

" Les nouveaux départements de la Région Parisienne - Département de Seine St-Denis"
 Documentation Française

De grosses opérations d'urbanisme sont en cours de réalisation. On notera les plus importantes (cf. carte n°5):

- la ZUP de Sevrans-Tremblay-Villepinte
- le grand ensemble de Clichy-sous-Bois Montfermeil
- la ZUP de Bobigny

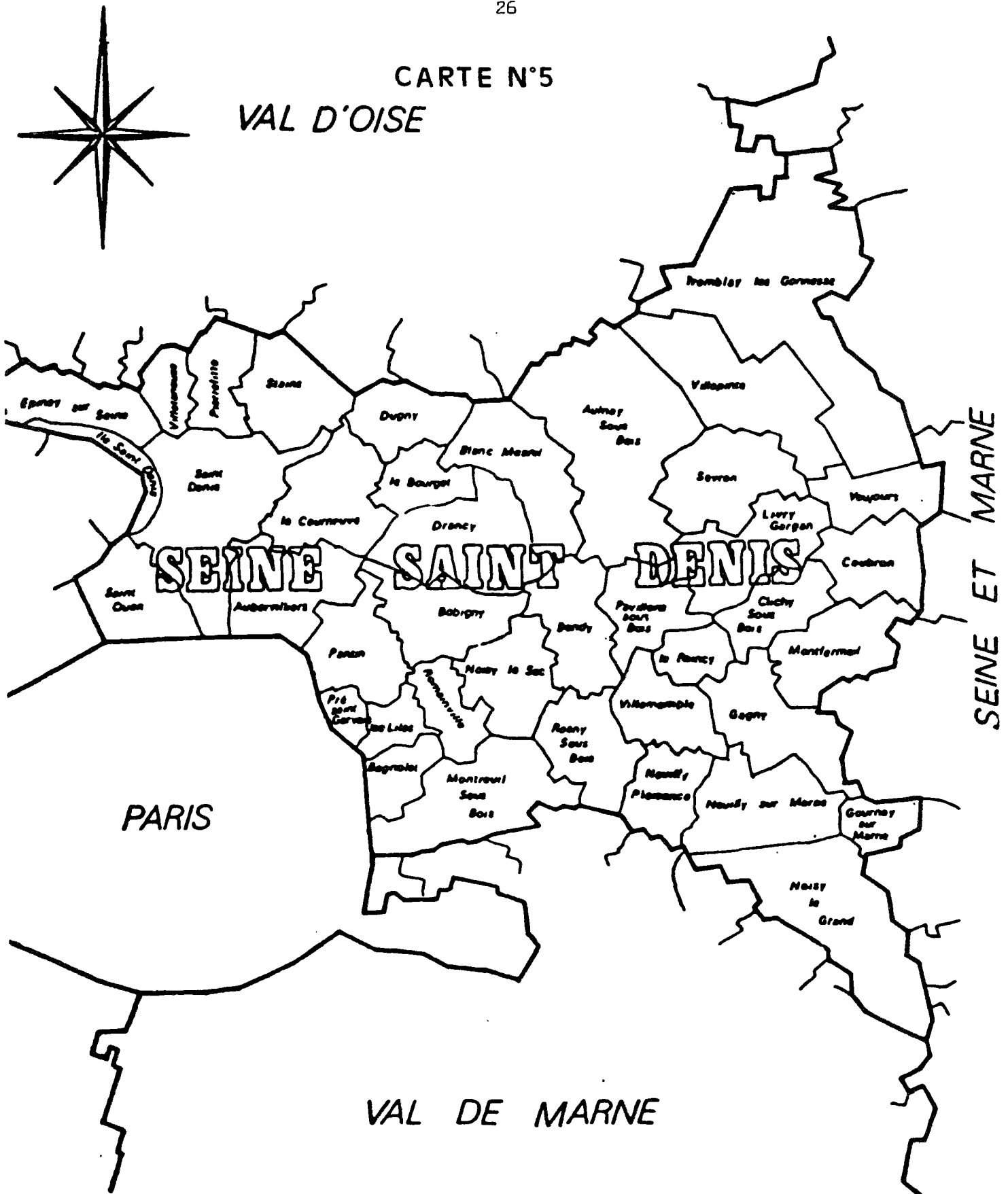
3/ Cadre politico-institutionnel

La loi du 10 juillet 1964 portant sur la réorganisation de la Région Parisienne a défini 6 nouveaux départements, à partir des deux départements de la Seine et de la Seine et Oise: La Seine Saint-Denis, les Hauts de Seine, le Val de Marne, le Val d'Oise, les Yvelines et l'Essonne. La Seine Saint-Denis est constituée de 40 communes (cf. carte n°5).

Politiquement, c'est un département très uni: en mars 1982, 26 conseillers généraux sur 40 appartiennent au groupe communiste.

Le Conseil Général comporte 6 commissions techniques. Celle traitant des dossiers d'assainissement est la troisième. Le bureau du Conseil Général est constitué de 9 Vice-Présidents et d'un Président (Monsieur J.L. Mons) élus par les membres de l'Assemblée Départementale. Il se réunit toutes les semaines pour discuter des affaires courantes du département, dont l'assainissement.

CARTE N°5
VAL D'OISE



COMMUNES DE SEINE SAINT DENIS

Source: Plaquette de présentation du département (1)

B/ LE SYSTEME D'ASSAINISSEMENT

1/ Description du réseau

a) Type de réseau

Le réseau départemental d'assainissement de la Seine Saint-Denis est unitaire et maillé sur le bassin versant central du département ainsi que sur ceux de Montreuil et Bagnolet (communes de l'ancienne Seine). Cette partie converge pour l'essentiel vers le bassin de la Briche à Epinay. Il est séparatif au Nord du département (communes de l'ancienne Seine) ainsi qu'au Sud-est (communes de l'ancienne Seine et Oise) (cf. carte n°1).

Il y a en tout environ 800 km de réseau départemental dont 450 km d'égouts visitables et 350 km de non visitables (réseau d'assainissement primaire). Les eaux usées du Nord du département et de sa partie centrale sont traitées à la station d'épuration d'Achères tandis que celles du Sud et de l'Est sont traitées à la station de Noisy-le-Grand. Ces stations sont toutes deux interdépartementales.

b) Les grands collecteurs et émissaires

Certains grands collecteurs de l'ancien département de la Seine sont fondamentaux pour rendre indépendants les sous-bassins versants (cf. carte n°6).

On citera:

- le collecteur "Pantin-La-Briche", artère centrale du département datant de 1933 (\varnothing 3,40 m) détournant une partie des eaux du bassin versant de la Vieille-Mer (prolongé jusqu'à l'antenne du Bourget en 1981).

- l'antenne du "Bourget" qui capture une partie des eaux du bassin versant de la Molette vers le "Pantin la Briche".

La quasi totalité des eaux unitaires des bassins versants de la Seine est acheminée à Achères via l'émissaire "Saint Denis-Achères" (12 m³/s) (collecteur interdépartemental).

De gros émissaires construits récemment déchargent certains collecteurs saturés en période d'orage et permettent de dévier les eaux vers des bassins de retenue (cf. carte n°6):

- l'émissaire de décharge du "Garges-Epinay" (prise d'eau à Dugny) qui part directement vers la Seine en déchargeant la Vieille-Mer. Son débit maximum est de 25 m³/s (7,5 km x 3,50 m \varnothing). Il soulage le réseau pluvial du Nord-Est (mis en service en 1981). Il est là pour améliorer la situation de Saint-Denis et du Bourget.

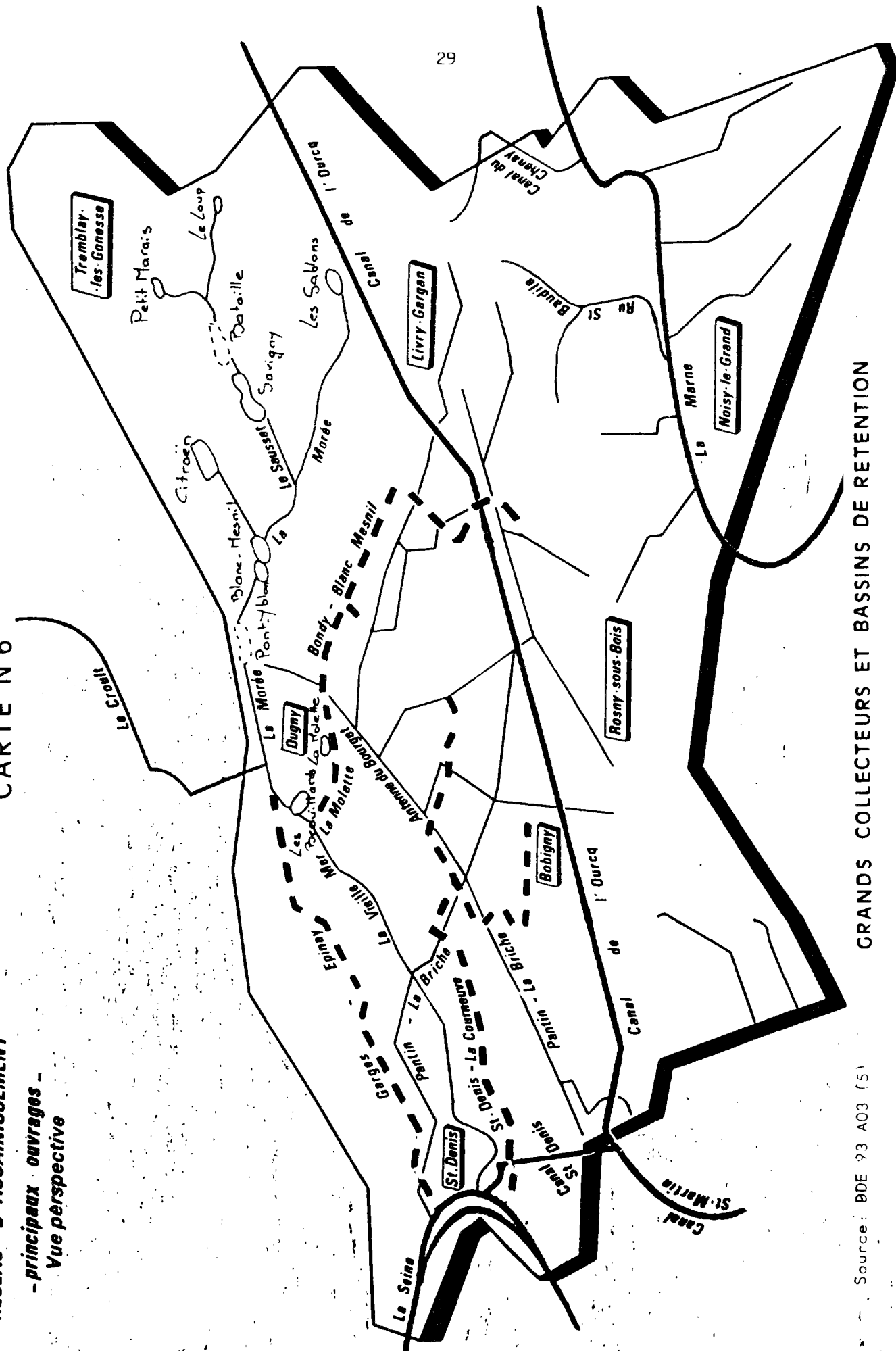
- l'émissaire "Bondy-Blanc-Mesnil" qui aboutit dans le bassin de retenue de la Molette avant de rejoindre la Vieille-Mer. Il décharge le "Pantin-La-Briche" au niveau du Bourget (4 km x 2,5 m \varnothing). Il est là pour améliorer la situation de Drancy, Blanc-Mesnil, Bondy.

- l'émissaire "Saint-Denis la Courneuve" déchargeant le Pantin-La-Briche au niveau de l'antenne du Bourget évitant ainsi les inondations de Drancy et de Bobigny (il a été connecté à l'antenne du Bourget en 1982) (4 km x 3 m \varnothing). Il se prolonge vers l'Est par des antennes Nord et Sud.

RESEAU D'ASSAINISSEMENT

- principaux ouvrages -
Vue perspective

CARTE N°6



c) Les ouvrages spéciaux

Le réseau est doté d'un certain nombre de stations de relèvement du fait de la topographie générale du département, évitant ainsi l'enfoncement trop important des collecteurs.

Des pompes de crue évitent le refoulement des rivières dans le réseau en période de crue.

Des bassins de retenue reçoivent les eaux de pluies du système séparatif ou les eaux de surverse du système unitaire. Certains sont anciens comme le bassin des Brouillards et celui du vieux Blanc-Mesnil (ils ont été réaménagés), d'autres sont plus récents (bassins du Loup, Petit Marais, Bataille, Savigny, Sablons, Citroën, Pont Yblon...) (cf. carte n°6). Ils n'ont pas tous la même fonction:

- Ceux situés à l'amont ont une vocation d'écreteur des pointes de débit (débit de fuite maintenu à une valeur faible). Exemples: Bassins du Loup, Petit Marais.

- Les bassins d'aval sont plus orientés vers la lutte contre la pollution pluviale. Exemples: Les Brouillards, la Molette.

- Les bassins intermédiaires sont destinés à protéger les zones aval (mais peuvent provoquer des risques à l'amont). Ils servent à la décantation lorsque le risque d'inondation est faible. Exemples: Blanc-Mesnil, Pont Yblon. Ces ouvrages sont dotés d'organes régulateurs de débit tels que siphons déprimés ou vannes-seuil permettant de maintenir un plan d'eau amont constant ou de régler une vitesse d'écoulement.

Des vannes d'isolement et des barrages gonflables visent à diminuer les déversements des eaux du réseau unitaire dans le milieu naturel en période d'orage.

L'importante pollution des eaux drainées par le département l'a fait se doter d'ouvrages de traitement tel qu'un séparateur statique tourbillonnaire, des dégrilleurs, des chambres de dessablement, des bassins de décantation.

d) l'arsenal technique de la gestion automatisée

* Architecture générale

L'ensemble du réseau et des ouvrages spéciaux est géré (ou sera géré) par un arsenal qui s'appuie sur des options techniques récentes formant un système de gestion automatisée. Les principaux éléments constitutifs du système font appel à l'électronique, l'informatique, la modélisation mathématique, la télétransmission, l'automatisme.

Le système est en cours de mise en place. Il comprend un central et une centaine de stations locales de plusieurs types suivant leur rôle. Le système informatique est hiérarchisé (3)(cf. figure 2).

Pour clarifier la gestion, le réseau a été découpé en groupes fonctionnels dans lesquels les éléments sont très liés hydrauliquement et peuvent concourir à des objectifs communs.

. Le central a essentiellement un rôle de superviseur dans la gestion des stations locales. Il intègre:

- un système de conduite immédiate (SCI) permettant d'avoir une vision centralisée de l'état hydraulique du réseau à tout instant et de contrôler le bon fonctionnement des ouvrages. Il assure la gestion et l'archivage des données en provenance des stations locales (changements d'état, alarmes). Il permet de modifier les consignes sur les automates locaux (3)(4)(5).

- un système d'aide à la conduite (SAC) devant effectuer les prévisions de pluies et de débits aux exutoires prédéfinis, les simulations hydrauliques sous diverses stratégies, et l'allocation dynamique de consignes de débit et de hauteurs de plan d'eau. Il aidera l'opérateur dans le choix d'une stratégie de gestion qui sera déterminée en temps réel par un ensemble de consignes coordonnées (3)(4)(5).

. Les stations locales sont différenciées en 4 catégories selon la complexité de leur fonction de régulation et des interdépendances avec d'autres ouvrages (3):

- type A: surveillance d'états des organes mécaniques et électromécaniques (ex: positions de vannes).

- type B: régulation pilotée localement (ex: stations de relèvement d'eaux usées).
- type C: mesures de pluie ou de paramètres hydrauliques avec enregistrements et transmissions au central si nécessaire.
- type D: régulation locale autonome supervisée du central (ex: gestion d'un bassin de retenue par un micro-ordinateur local avec télécommande de la consigne du débit aval).

Cinq stations de répartition des eaux sont opérationnelles au 1er janvier 1984, la station de Blanc Mesnil étant la référence la plus complète (5)(cf. figures 3 et 4). Un pilotage automatique peut être assuré par les automates locaux en période de temps sec. Le système d'aide à la conduite subit un développement progressif. En 1984, il permet de piloter un point de contrôle.

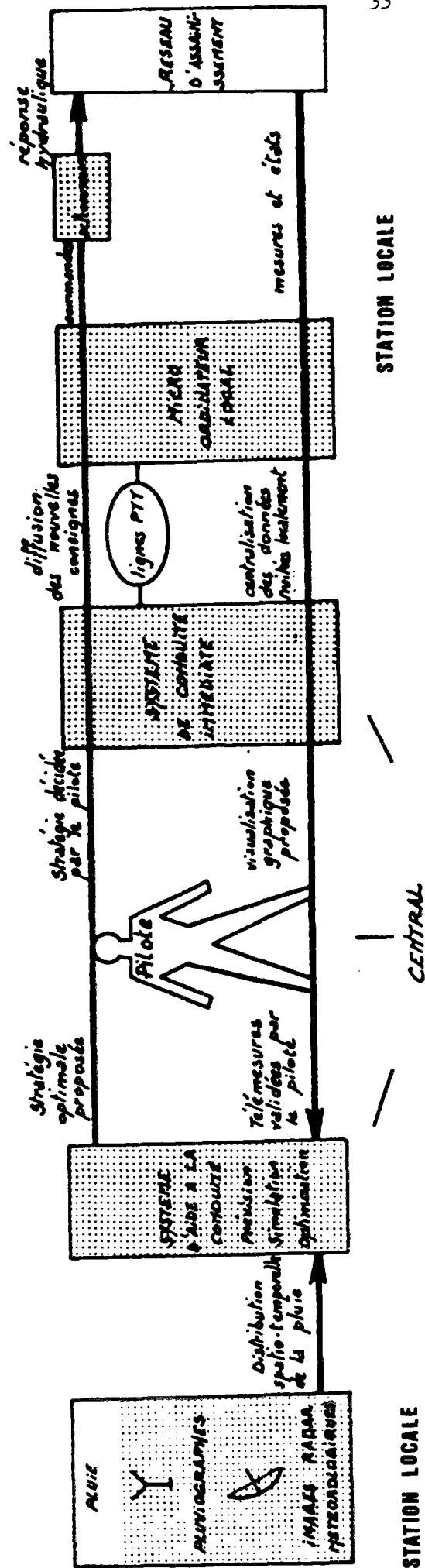


FIG.2 SCHEMA SYNOPTIQUE DU DISPOSITIF DE GESTION AUTOMATISEE

FIG.3 BASSIN DU BLANC MESNIL

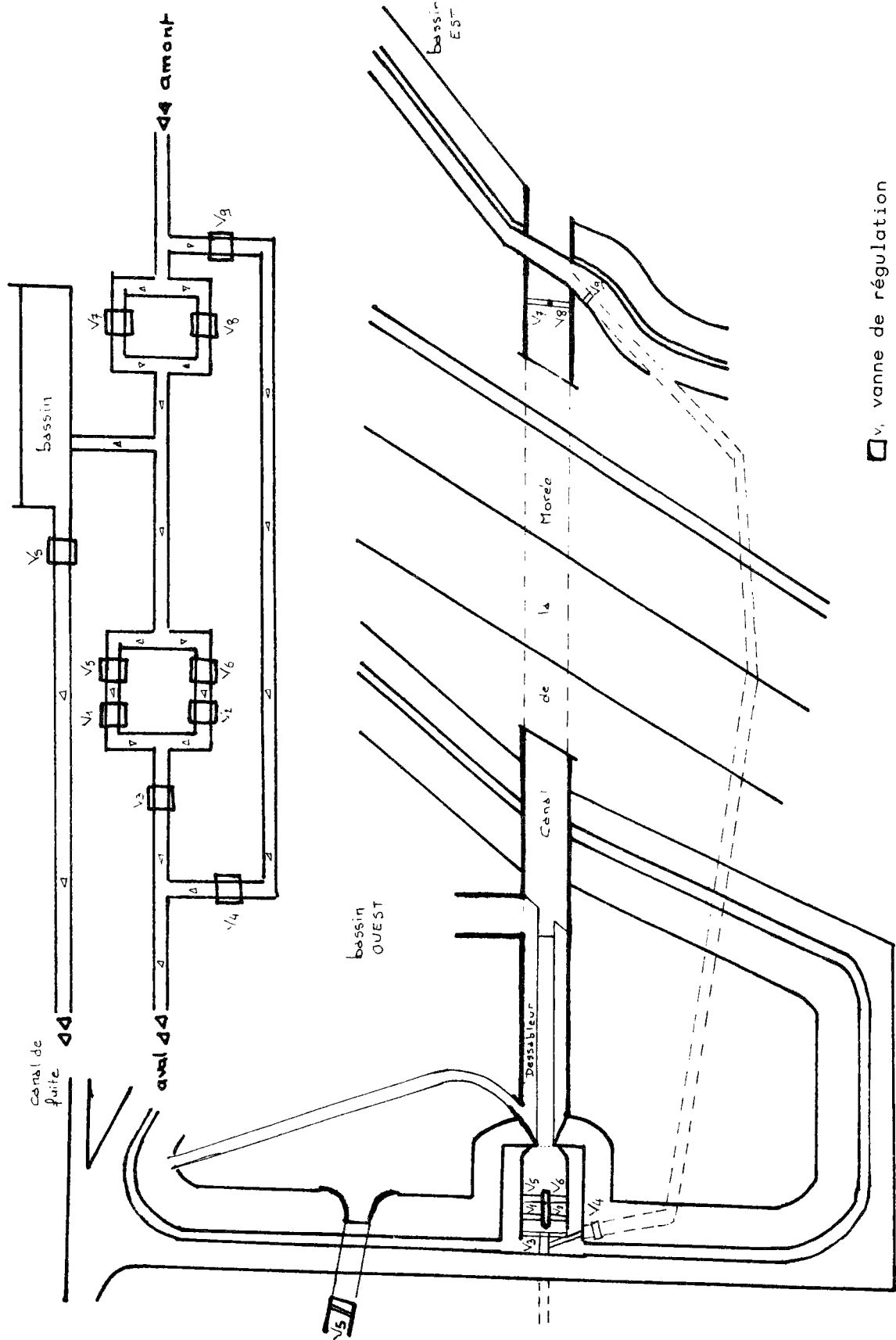
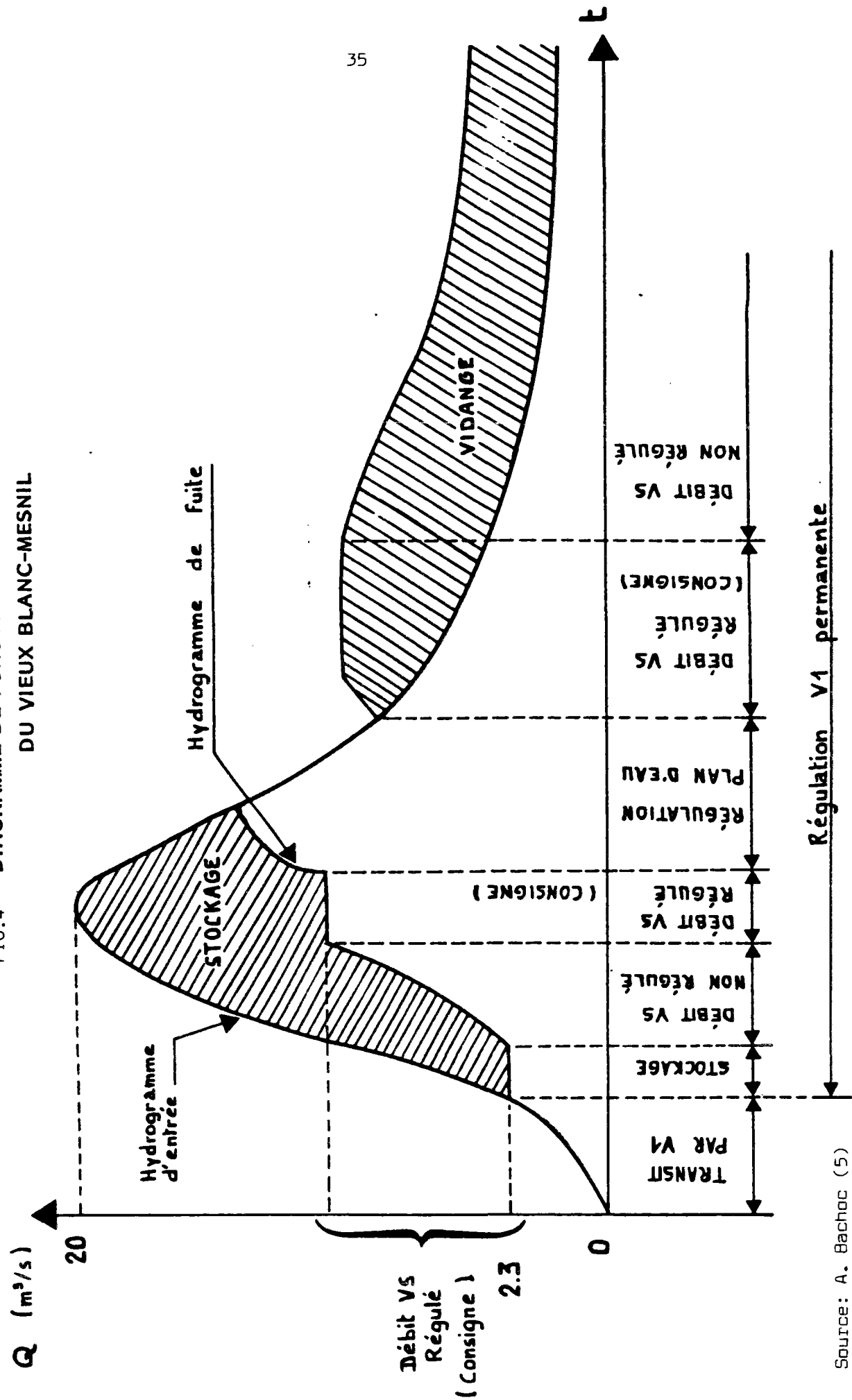


FIG.4 DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT DU BASSIN
DU VIEUX BLANC-MESNIL



* Composants techniques (cf. annexe 10)

. Les stations locales (5)

les capteurs	pluviographes à micro-ordinateur NCS 800 en technologie C-MOS (CR2M)
	limnimètres à sondes piezoresistives ou ultra-sons (ENDRESS et HAUSER)
	débitmètres à sondes ultra-sons (ULTRA FLUX ou CR2M)
les organes régulateurs	vannes-seuils à commande discrétisée (ROTORK) à commande continue oléïque
	siphons déprimés (PONSAR) à l'essai
	barrages gonflables à air à eau (essai)
les micro-ordinateurs	à base de microprocesseurs Z80 (EMR) logiciels avec moniteurs GEMMA et GRAFCET

. Télétransmission

Le support principal est le réseau autocommuté, les lignes spécialisées étant réservées aux pluviographes et à quelques stations de répartition importantes. Le système SEE choisi peut fonctionner avec les deux supports et sur batteries en cas de panne (les liaisons radio sont réservées aux "stations mobiles" en Région Parisienne).

. Le central

Le Mini 6/92 de la Compagnie BULL a été choisi et est installé en juin 1984. En cas de panne, un Mini 6/54 déporté sera utilisé (5).

La DDE de Seine Saint-Denis reçoit en permanence depuis mars 1983 l'image radar de DAMMARTIN (météorologie nationale).

2/ Le service gestionnaire du réseau

a) Caractéristiques juridiques et financières

En Seine Saint-Denis, le réseau d'assainissement primaire (collecteur situé sur au moins 2 communes) est géré par un service départemental placé au sein des services techniques de la DDE (arrondissement opérationnel 3). Le service se charge également d'entretenir les réseaux de 14 communes avec lesquelles une convention a été signée. C'est une gestion en régie directe: le département finance les travaux d'investissement, assure l'exploitation du réseau et perçoit la redevance départementale de l'assainissement.

D'autres institutions sont impliquées dans la gestion du réseau situé sur la Seine Saint-Denis, se partageant les responsabilités grâce à des relations contractuelles:

- les communes qui gèrent les réseaux amont (situés sur une seule commune) et qui n'ont pas confié cette tâche au service départemental.

- le Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP) (créé en 1971). Il a un rôle de coordination entre les 3 départements de la petite couronne qui envoient leurs eaux usées aux stations d'épuration interdépartementales (Achères, Noisy-Le-Grand, et dans un proche avenir Valenton). Ce syndicat finance d'importants collecteurs (le "Garges-Epinay", "l'antenne du Bourget") ou des bassins de retenue (bassin des Brouillards à Dugny) à caractère interdépartemental. Il est alors maître d'ouvrage.

Certaines institutions apportent des aides financières:

- l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie (AFBSN) qui subventionne des études et incite notamment les travaux destinés à lutter contre la pollution des eaux.

- Le Ministère de l'Intérieur qui, avant la décentralisation, versait des subventions (chapitre 6 5.50 - réseaux d'assainissement) en fonction des prévisions budgétaires et des objectifs nationaux. Suite à la décentralisation, les subventions spécifiques sont remplacées par "la Dotation globale de l'Équipement" qui n'assure plus un financement spécifique à un équipement.

- L'Etablissement Public Régional (EPR) qui, actuellement, verse des subventions spécifiques pour des travaux destinés à contribuer à la dépollution de la Seine (objectif "Seine Propre").

Illustrons cela par le budget d'assainissement proposé en 1981 (6).

TABLEAU N°1: Budget annexe d'assainissement 1981 proposé:

Investissement: 94 660 963 F

dont	1 700 000 F	subvention de l'Etat = 1,8%
	6 950 000 F	subvention EPRIIF = 7,34%
	7 590 000 F	subvention AFBSN = 8.02%

Fonctionnement: 69 885 000 F

dont	5 354 830 F	remboursement + prestations de service
	28 035 568 F	participation budget général (=43,5% + TVA)

L'autorisation des dépenses et recettes annuelles du service départemental est donné par un budget annexe d'assainissement. Ce budget comporte 2 sections, chacune d'elles prévoyant un chapitre des dépenses et des recettes: la section de fonctionnement et la section d'investissement. Le transfert d'une section à l'autre se fait par l'intermédiaire des amortissements techniques des immobilisations.

TABEAU N°2 - LE BUDGET ANNEXE D'ASSAINISSEMENT -

INVESTISSEMENT	FONCTIONNEMENT
<p>Dépenses</p> <ul style="list-style-type: none"> . Remboursement en capital des emprunts . Immobilisations (terrains, travaux...) <p>Recettes</p> <ul style="list-style-type: none"> . Subventions (Etat, Région AFB) . Participations promoteurs (art. L 35.4 Code Santé publique) . Emprunts . Amortissements techniques des immobilisations 	<p>Dépenses</p> <ul style="list-style-type: none"> → . Charges courantes, Salaires → . Entretien, prestations service → . Intérêt de la dette → . Amortissements techniques des Imm. mobilisations (réserve financière) <p>Recettes</p> <ul style="list-style-type: none"> └─ Participation du Budget Principal . Prestations service, divers . Redevance d'assainissement (0,49 francs/m³ en 1983)

Le budget annexe d'assainissement qui est à caractère industriel et commercial doit être équilibré en dépenses et en recettes. Ainsi, le taux de la redevance est calculé de manière à équilibrer les dépenses à prévoir. Cette redevance est payée par l'utilisateur (comprise dans le prix de l'eau). Elle est en contre-partie d'un service rendu. Cependant le budget ne doit couvrir que le service des eaux usées. L'extension aux eaux pluviales est tolérée (circulaire du 12 décembre 1978. Ministère de l'Intérieur). La charge supplémentaire est compensée par une contribution du Budget Général de la collectivité. Cette contribution est fixée forfaitairement par le Conseil Général, s'appuyant sur un texte ministériel. Elle est de 43.5% en 1981 (7).

Remarque: Les dépenses de fonctionnement correspondant à l'amortissement technique constituent une réserve financière pour l'investissement avec laquelle des travaux "Eaux pluviales" peuvent être effectués. Cela justifie le fait que le Budget Général participe au financement des dépenses de fonctionnement (puisque les amortissements techniques de ces travaux peuvent être investis en eaux pluviales).

Le rythme des amortissements techniques des immobilisations et les durées des immobilisations sont fixés chaque année par délibération du Conseil Général. Ils correspondent à un choix politique: plus la durée d'amortissement est longue, moins l'augmentation de la redevance est forte mais plus les recettes d'investissement diminuent. En revanche une durée d'amortissement courte provoque une augmentation de l'autofinancement, ce qui diminue le montant des emprunts.

De même, la participation au titre de l'article L 35.4 du code de la Santé Publique peut varier énormément suivant décision des élus (participation de 0 à 80% du coût d'un système d'assainissement individuel).

On notera que le département jusqu'à la loi des catastrophes naturelles de 1982, comptait parmi les dépenses de son budget d'assainissement le remboursement automatique des dégâts occasionnés par le débordement du réseau (article 46 du règlement sanitaire départemental - arrêté Préfectoral du 24 décembre 1980 d'après l'ancien règlement sanitaire du 22/12/71). Ce remboursement aux sinistrés est une caractéristique du département de la Seine Saint-Denis. D'après Monsieur Bertrand (Préfecture de Seine St-Denis), il

faut compter environ 4000 francs (valeur 82) de remboursement par pavillon sinistré. Néanmoins la Seine St-Denis a subi en 1982 des orages à caractère exceptionnel (cf. annexe n°3) qui ont fait sur le total de l'année plus de 1400 sinistrés. Le montant des indemnités à verser a été de l'ordre de 10 millions de francs (8).

Comparons les dépenses votées par le Conseil Général dans la constitution du budget primitif pour l'exercice 1982 (9) au titre de l'assainissement et de la voirie.

1982	Budget Général dépenses	Budget annexe d'assainissement recettes = dépenses	Voirie dépenses
Invest.	309 574 000 F	102 627 000 F	76 574 000 F
Fonct.	4 176 200 000 F	79 240 000 F	92 591 000 F

TABLEAU N°3 Différents budgets en Seine Saint-Denis

On voit donc que les dépenses d'investissement prévues en assainissement sont pratiquement équivalentes à 1/3 du total des dépenses prévues pour le département (ces dépenses sont équilibrées par des recettes propres au budget annexe). On voit également que le département investit plus en assainissement que pour la voirie. (La comparaison de ces chiffres est différente pour les dépenses de fonctionnement car l'on sait que déjà 75% des dépenses de fonctionnement du budget Principal sont réservés à l'action sanitaire et sociale).

Comparons maintenant les dépenses d'assainissement du département aux dépenses globales affectées au fonctionnement et au développement des équipements d'eau, d'assainissement et d'épuration au niveau national (10) (statistiques concernant les départements et communes).

1981	Dépenses globales en investissement	Dont la part de l'Etat
Réseaux d'assainissement urbains	2 559 . 10 ⁶ F	323 . 10 ⁶ F soit 12,6 %
Stations d'épuration urbain rural	419 . 10 ⁶ F	90 . 10 ⁶ F soit 2,5 %
	353 . 10 ⁶ F	38 . 10 ⁶ F soit 10,8 %

TABLEAU N°4 - Dépenses en assainissement au niveau national

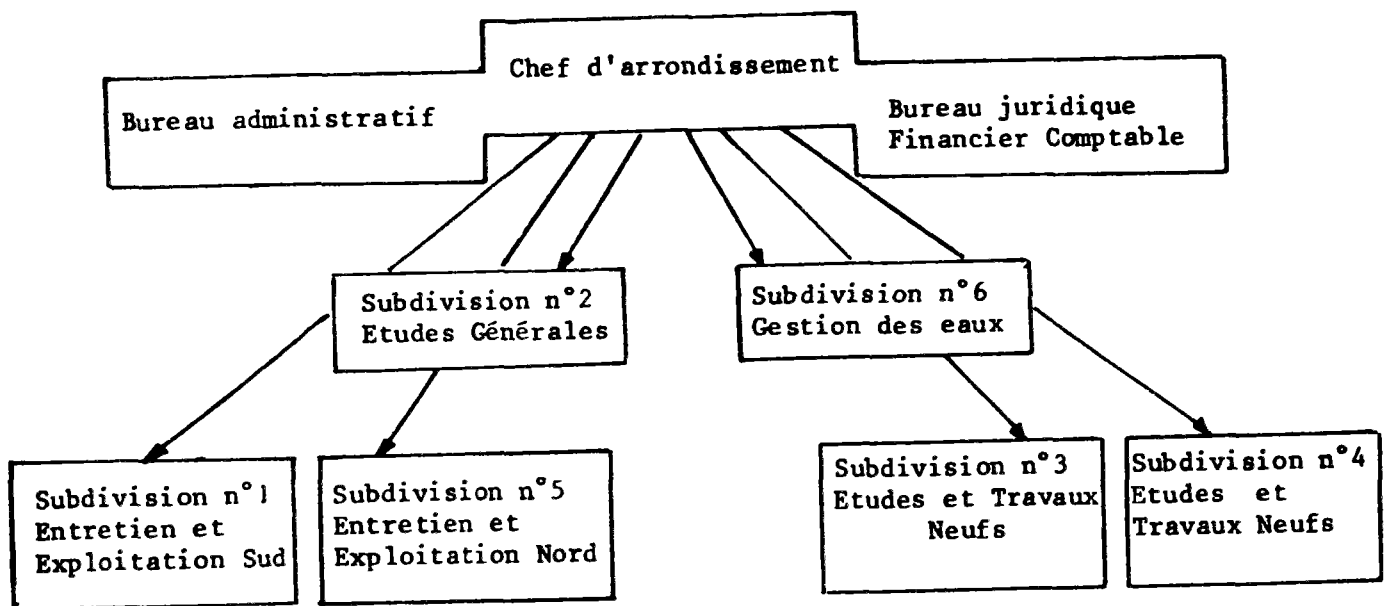
En 1981 les dépenses de la section d'investissement du budget annexe ont été d'environ 94 661 000 F soit 3,7% des dépenses nationales, alors que la population du département représente 2,5% de la population française. Le département de la Seine Saint-Denis investit donc beaucoup pour son réseau d'assainissement.

b) Organisation et structure

Plus de 200 personnes travaillent au sein de l'arrondissement opérationnel 3 (dont 9 cadres A en 1982). Toutes sont installées à Rosny-sous-Bois. Certaines personnes sont sous un statut départemental, d'autres sont sous le statut de personnel d'Etat. Le chef d'arrondissement est entouré (11):

- d'un bureau administratif
- d'un bureau juridique Financier Comptable
- et de 6 subdivisions (cf. figure 5)

FIG.5 ORGANIGRAMME DU SERVICE D'ASSAINISSEMENT



. Les subdivisions "Etudes et Travaux Neufs" se chargent des travaux de grande envergure tels que la construction de collecteurs ou l'équipement de stations locales. Plus de 40 personnes travaillent au sein de ces 2 subdivisions.

. Les subdivisions "Entretien et Exploitation" assurent le maintien du réseau en bon état. Les équipes d'égoutiers y font des visites régulières, contrôlant les égouts non visitables avec des caméras de télévision. Elles assurent les interventions d'urgence. Le curage est effectué presque totalement par une entreprise privée à l'aide de techniques modernes. En 1983, il y a au total 8 équipes "secteur" de 5 personnes chacune, plus deux équipes "télévision" de 3 personnes chacune.

. La subdivision "Etudes Générales" qui se décompose en:

- 1 cellule Etudes Générales
- 1 cellule Hydraulique
- 1 cellule Pollution

ayant à leur tête chacune un cadre.

Elle se charge des études et recherches et effectue les avants-projets notamment ceux concernant la gestion automatisée. Pour l'instant elle s'occupe de la mise en route des stations locales et assure la maintenance d'une partie des appareils de mesure.

. La subdivision "Gestion des Eaux" créée au 1er janvier 1983 par dédoublement de la Subdivision "Etudes Générales" et transfert d'une équipe "d'ouvrages spéciaux". Elle se charge de la maîtrise du circuit des eaux aux points essentiels tels que les noeuds de maillage, les bassins de retenue, les pompes de relèvement, les dispositifs de traitement des eaux. Elle élabore les règles de gestion avec la subdivision "Etudes Générales" lorsque le fonctionnement global du réseau est en jeu (11). Une équipe de mise au point et de modification a été mise sur pied ainsi que 2 équipes de maintenance des organes électromécaniques et mécaniques, et une équipe de fonctionnement et d'entretien courant d'une des premières stations locales mises en service (Centre de traitement et de régulation de Dugny).

Les limites fixées entre les différentes subdivisions sont sinueuses. Les échanges d'information et la coordination des interventions sont nécessaires "afin que le système de gestion automatisée puisse réellement se développer et devenir un outil de maîtrise du circuit des eaux par temps sec et temps de pluie" (A. Bachoc).

c) Objectifs d'une gestion automatisée du réseau d'assainissement

L'objectif principal que se fixe le service d'assainissement par le biais d'un système de gestion automatisée est d'éviter les inondations par débordement de réseau (12). Pour arriver à cela, les gestionnaires veulent tirer un meilleur parti des ressources disponibles en répartissant les flots habilement lors d'un évènement pluvieux dans les capacités interdépendantes pouvant parfois "être mises à contribution très loin des zones de risque de débordements". Il faut donc pouvoir intervenir très vite lors d'un orage et connaître l'état hydraulique global du réseau à ce moment là. Des moyens faisant appel à l'automatisme et à des mécanismes de télétransmission rapatriant des informations et envoyant des consignes de positionnement d'organes mobiles peuvent répondre à cela.

Le deuxième objectif est de diminuer les flux de pollution envoyé au milieu naturel. Des rejets polluants se font d'une part par l'intermédiaire des déversoirs d'orage du réseau unitaire lors d'une forte pluie, et d'autre part au niveau des exutoires du réseau séparatif dans lequel sont drainées des eaux polluées par les couches atmosphériques qu'elles ont traversées ou par les surfaces qu'elles ont lessivées telles que les aires de stationnement, les toitures, les aires de stockage de produits industriels etc... "En période de petite pluie, les rejets au milieu naturel sont 50 à 75% aussi polluants que les eaux usées non traitées, auxquelles s'ajoutent les pollutions accidentelles par les hydrocarbures ou autres toxiques" - R. BOURRIER (13). Pour diminuer la quantité de pollution rejetée, on peut intervenir sur l'occurrence du fonctionnement des déversoirs d'orage, ce qui nécessite des déversoirs à seuil variable et une connaissance là aussi de l'état de remplissage du réseau et de ses capacités de stockage à un instant donné. En ce qui concerne les eaux du réseau pluvial, il faut leur faire subir un traitement avant de les rejeter à la rivière. Un traitement physique est suffisant à l'aide de

dégrilleurs, de chambres de dessablement, de deshuileurs, et surtout au niveau des bassins de décantation. Ces bassins peuvent être ceux qui servent à amortir les pointes de débit. Dans ce cas un compromis existe entre les deux objectifs. Lorsqu'on laisse l'eau décanter, il faut être sûr que ce même bassin ne sera pas sollicité pendant ce temps pour absorber le surplus d'eau d'un orage. Il faut donc pouvoir faire de la prévision d'orage, et agir très vite pour envoyer l'eau au bon moment au bon endroit. Là encore un système automatisé permettant d'avoir, à partir d'informations transmises par des capteurs implantés sur le réseau, une vision globale de l'état du réseau et de ses possibilités de stockage en temps réel est adéquat.

Un troisième objectif est de régulariser les apports d'eaux chargées aux stations d'épuration.

Enfin le service de la Seine Saint-Denis veut également chercher à améliorer la sécurité du personnel et le confort des interventions de mise hors d'eau des collecteurs (surveillance constante et étroite des organes de dérivation) (16) (3).

Pour surveiller le bon fonctionnement des ouvrages mobiles qui, nous l'avons vu, sont nombreux en Seine Saint-Denis et représentent un certain capital, un réseau de télésurveillance et de téléalarmes est installé. Il permet ainsi de détecter le plus rapidement possible la moindre anomalie ou panne nuisibles au bon fonctionnement du réseau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA PREMIERE PARTIE - CHAPITRE I -

- (1) DEPARTEMENT SEINE St DENIS
Plaquette de présentation - Distribution à la Préfecture
1982

- (2) JACQUET G.
"Objectifs et conséquences de l'utilisation des images radar dans la
gestion automatisée des réseaux d'assainissement de Seine St Denis"
Rapport CERGRENE -
Octobre 1982 -

- (3) BACHOC A. HELARY J.L.
"La gestion automatisée en Seine St Denis - Aboutissement de la
rénovation des techniques d'études, catalyseur de la mutation du
service d'assainissement"
Journées d'études ENPC du 6 au 8 Décembre 1983 -

- (4) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 81.616 -
15 pages -
"Gestion automatisée" -

- (5) DDE 93.A03 -
"Pour commencer à automatiser la gestion du réseau d'assainissement en
Seine St Denis... disons 12 ans" -
Début 1984 - 99 pages -

- (6) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 80.546 -
Budget proposé pour 1981 -

- (7) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 80.395 -

- (8) DEPARTEMENT DE SEINE St DENIS - CONSEIL GENERAL -
 Rapport spécial du Président -
 Bilan d'activité 1982 -

- (9) DEPARTEMENT DE SEINE ST DENIS
 Budget primitif 1982

- (10) PREEL B.
 "L'avenir des services collectifs" - Tome 2 -
 Etude du BIPE -
 Novembre 1982 -

- (11) MOREIRA R.
 "Historique du développement du projet de la gestion automatisée du
 département de la Seine St Denis" -
 Rapport de travail de fin d'études de l'ENTPE - 2e partie -
 Mars-Juin 1983 -

- (12) DDE 93.A03 - Définition du projet: rapport technique -
 "Rôle de la gestion automatisée" - 64 pages -
 Novembre 1981 -

- (13) BOURRIER R.
 "Les réseaux d'assainissement - calculs, applications, perspectives" -
 Ed Techniques et Documentation -
 Paris 1982 -

CHAPITRE II

DESCRIPTION DES ETAPES CHRONOLOGIQUES DU DEVELOPPEMENT
DE LA GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

La description des étapes chronologiques correspondant au développement de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement de Seine Saint-Denis, va nous permettre de montrer quand cette innovation est née dans ce département, le temps qu'il a fallu pour permettre son développement, et ce qu'il en est actuellement.

Nous sommes conscients qu'une telle description ne retrace pas l'exacte réalité. Certains faits sont privilégiés et certaines actions sont sélectionnées. Nous admettons que "le récit de la naissance de chaque innovation admet plusieurs lectures" (1). Cependant, cette description va nous permettre de saisir la lenteur avec laquelle s'est déroulée la phase de développement de l'innovation. Nous tenterons de faire ressortir les obstacles qu'ont dû surmonter les acteurs concernés et les moyens qu'ils se sont donnés pour y parvenir une fois l'idée lancée.

Nous situerons le début du processus au moment où des individus se sont trouvés face à un problème à résoudre et qu'ils se sont engagés dans des actions pour y parvenir (1972). Comme le souligne T. GAUDIN, "l'origine de l'idée est difficilement decelable mais elle émerge au moment où elle peut être entendue" (1).

A/ PREMIERE ETAPE - 1970 1976 - EMERGENCE D'UN PREMIER PROJET DE GESTION
AUTOMATISEE : SYSTEME ENTIEREMENT CENTRALISE

. Suite à la réorganisation de la Région Parisienne, le Conseil Général de la Seine Saint-Denis confie en décembre 1968, sur proposition du DDE, la maîtrise d'oeuvre du réseau départemental d'assainissement à la Direction Départementale de l'Equipement. Un service départemental d'assainissement succède donc aux services techniques de l'ancien département de la Seine et à ceux des syndicats intercommunaux de l'ancien département de la Seine-et-Oise. Les élus ont ainsi choisi la solidarité départementale en matière d'assainissement (cf. chapitre III). Le premier budget annexe du service sera voté en 1970 (2).

C'est un service opérationnel. Il s'oriente au départ plus particulièrement vers les études et travaux neufs, le personnel égoutier restant sous la dépendance de la ville de Paris mais sous l'autorité du département jusqu'en 1972 (un projet de statut d'accueil est en cours d'élaboration à cette époque mais beaucoup d'égoutiers demandent leur mutation vers Paris (1)). La situation du point de vue de l'assainissement est mauvaise. Les débordements de réseau sont fréquents et la qualité des eaux rejetées au milieu naturel n'est pas toujours satisfaisante.

Le Conseil Général est alors décidé à faire de gros investissements pour rattraper le retard accumulé et améliorer la situation. Dès 1972, l'investissement est porté à 30 776 000 millions de francs (la durée d'amortissement du réseau est portée à 50 ans) (2).

. Dès son arrivée (1971), le responsable du service tient avant tout à connaître les causes des insuffisances et des dysfonctionnements du réseau afin de pouvoir rationaliser la programmation des travaux d'aménagement. Or la méthode de calcul de dimensionnement des ouvrages, préconisée dans la circulaire CG 1333 n'est pas applicable pour un réseau maillé et sur des bassins versants aussi étendus. "La difficulté de prendre en compte de nombreux points singuliers et le phénomène de remous, l'impossibilité de traiter des réseaux maillés et les écoulement en charge" (3) obligent le personnel des études à

rechercher une méthode de calcul plus sophistiquée que la méthode de CAQUOT.

. En 1972, le service s'adresse alors à SOGREAH pour que cette société adapte leur modèle appliqué à un réseau maillé de rizières en Indochine, au réseau d'assainissement de la Seine Saint-Denis (CAREDES). On embauche alors un hydraulicien au sein du service qui travaillera en collaboration avec SOGREAH en leur fournissant les données hydrauliques du réseau. Dans un premier temps, le modèle ne s'appliquera que sur le bassin versant de Montreuil, puis sera étendu ensuite sur tout le réseau unitaire et sur la partie Nord du réseau pluvial (4).

Pour vérifier que le modèle mathématique établi représente convenablement le fonctionnement réel du réseau, il est nécessaire d'enregistrer les épisodes pluvieux et de connaître les variations de niveaux correspondants dans les ouvrages d'assainissement importants du département. Le service décide alors de mettre en place 7 pluviographes et 12 limnigraphes, plus un réseau de télémessures. Ce réseau de télémessures permettra de suivre en direct le fonctionnement du réseau d'assainissement. Les informations captées seront rapatriées à un central d'exploitation. Dans un rapport soumis à la 3ème commission du Conseil Général en 1972, il est écrit que les "informations serviront de base au calcul des niveaux probables d'eau aux endroits où se produisent habituellement les inondations. Lorsqu'une probabilité d'inondation apparaîtra, le service d'exploitation" pourra soit "soulager le réseau par manoeuvre de vannes"... soit "prévenir les permanences des mairies des communes concernées par l'inondation probable" (5). Pour ce faire, une équipe d'égoutiers sera de permanence. Ce système est techniquement inspiré du réseau d'alerte aux crues installé en Dordogne.

On lit dans ce même rapport qu'intégrées à un schéma directeur, les informations recueillies devraient permettre de définir:

- "le dimensionnement exact des ouvrages futurs à construire
- les priorités dans leur réalisation
- les mesures transitoires à prendre en attendant l'aménagement définitif du réseau"

Le service d'assainissement prévoit donc d'intégrer le programme des travaux à réaliser au sein d'un schéma directeur à échéance de 1985.

Parallèlement, à l'initiative du Conseil Général, est créée au 1er janvier 1972 une cellule pollution intégrée à la Subdivision des Etudes Générales. Cette cellule est l'une des premières créées en France. L'Agence Financière de Bassin Seine Normandie se propose de financer à 50% sa première année de fonctionnement (2). Elle sera chargée dans un premier temps de faire un inventaire des pollutions et de contrôler les rejets industriels du département. Ces rejets étant de nature chimique diverse, il est bon d'engager un spécialiste qui aura la responsabilité des tâches de la cellule pollution.

. Dès 1973 le réseau de télémesure commence à se mettre en place. Huit stations locales télésurveillées depuis la salle de contrôle (4 pluviométriques et 4 limnimétriques) seront installées. Quatre organes de régulation pourront être télécommandés (6). Le central a cependant une capacité de connection de 32 stations. Un système transmetteur automatique de message à distance sur ligne téléphonique permettra d'appeler l'ingénieur ou le technicien de surveillance pour lui communiquer le message d'alarme ou de défaut.

A cette époque, la cellule pollution se lance dans d'importantes études qui ont été préalablement proposées au Comité Technique de l'Eau au titre des études coordonnées pour l'année 1972. La première consiste à faire un inventaire des pollutions sur le réseau d'eaux pluviales (types de pollution et répartition au moment des crues).

. En 1974, le modèle CAREDAS peut être calé grâce aux informations pluviométriques et limnimétriques recueillies notamment par le réseau de télémesures. Le réglage consiste essentiellement en l'ajustement global du coefficient de ruissellement des sols et du coefficient de Strickler des grands collecteurs (3). Déjà certains ouvrages de renforcement peuvent être testés. C'est ainsi que le calcul de dimensionnement de l'émissaire du "Garges-Epinay" donne un résultat de 50 cm inférieur en diamètre au résultat qu'avaient obtenu les prédécesseurs avant que ne soit créé le service (calcul fait par approximations successives). Le modèle est en mesure de simuler une situation en fonction d'épisodes pluvieux, de coefficients de ruissellement, du schéma hydraulique du réseau existant ou projeté. La mise au point de ce modèle de simulation a été longue en raison de la quantité de renseignements qu'elle nécessite. Des problèmes persistent; le personnel des études constate qu'il se

produit des inversions de courant dans certains collecteurs... Un certain nombre de recherches doivent être menées (3):

- "recherche d'une méthode de mesures des débits en continu dans les collecteurs,

- recherche d'une méthode d'estimation du coefficient de ruissellement
- recherche d'une pluie de projet".

Ces études seront entreprises ultérieurement.

Dans le même temps, la cellule pollution poursuit ses recherches: elle étudie la pollution apportée dans le milieu naturel par les déversoirs d'orage en s'inspirant des expériences réalisées aux Etats-Unis à ce propos. C'est le bureau d'ingénieurs-conseils COYNE et BELLIER qui a été choisi pour mener à bien cette étude. Un nouveau type de déversoir d'orage sera expérimenté (7) (barrage gonflable). Il sera raccordé au système de télécommande.

La cellule pollution se penche également sur les nuisances occasionnées par l'installation en zone urbaine de bassins de retenue destinés à stocker les eaux d'orage du système séparatif (diminuant ainsi le dimensionnement des égouts à l'aval). C'est l'Institut de Recherches Chimiques Appliquées qui étudiera les possibilités d'utilisation de ses bassins en aire de loisirs et leurs mécanismes d'auto-épuration.

Les élus continuent de manifester leur volonté d'investir en assainissement. Ils cherchent à maximiser les ressources. "Le fait d'avoir la gestion du budget permet de rechercher des ressources et il est intéressant de voir que les participations des promoteurs et des industriels auront augmenté de 133,82% entre 1972 et 1974 " déclare un élu lors d'une discussion sur le budget d'assainissement de 1974 (8). La contribution du budget progresse de 59% de 1972 à 1974 tandis que les subventions n'augmentent que de 36,72% (8). Sept nouveaux postes d'égoutiers seront créés (9) en 1974.

. En 1975, le service présente aux élus un Plan d'Adaptation du réseau départemental d'assainissement. Il représente l'inventaire des besoins "à terme" correspondant aux objectifs d'urbanisme des P.O.S., au souci de lutter contre la pollution du milieu naturel, et à celui de moderniser l'exploitation du réseau (10). Il est basé sur 4 sous-dossiers techniques (11):

- un schéma directeur définissant un programme de travaux neufs pour

l'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées. Le schéma directeur a été élaboré à l'aide du programme CAREDAS et des relevés de mesure.

- un programme de travaux de lutte contre la pollution des eaux transitée par le réseau d'assainissement. Il est basé sur les études qui ont été faites dans ce domaine par le service d'assainissement. Dans ce programme est mentionné un système de gestion automatisée appliqué aux déversoirs d'orage, à l'exemple de certaines villes des Etats-Unis. On note également le projet de création d'un réseau d'alarme des pollutions fonctionnant en continu.

- un programme de travaux de modernisation du réseau dans lequel est prévu la télécommande de vannes et la mise en place d'un réseau de télé-surveillance des défauts des stations et des vannes télécommandées.

- un programme de travaux courants d'entretien à rattraper (curage et reprise de maçonnerie).

Le Conseil Général peut choisir:

- les délais de réalisation de chacun de ces 4 programmes
- les durées d'amortissements techniques qui ont une incidence importante sur la simulation des prochains budgets
- l'enveloppe de subvention attribuée qui influe sur la hausse du taux de la redevance départementale d'assainissement
- la durée des emprunts
- le montant des participations demandé aux promoteurs

En fonction du choix arrêté sur la durée de réalisation de chacun des programmes, le Conseil Général connaît l'influence que cela a sur le taux de redevance des dix prochaines années. Cette simulation sera produite chaque année pour les dix années suivantes et les hypothèses peuvent alors être modifiées. Chaque programme sera remis à jour annuellement.

Le Plan d'Adaptation est adopté par le Conseil Général en mai 1976. La durée de réalisation des deux premiers programmes est fixé à 15 ans tandis que celle des deux autres est fixée à 10 ans. Le total de besoins se porte à 1 047 823 000 francs et se répartit comme suit (11):

TABLEAU N°5 - Dépenses au sein du plan d'adaptation -

Schéma directeur (sur 15 ans)	eaux pluviales	647 350 000 F
	eaux usées	35 000 000 F
	Total	682 350 000 F
Lutte contre la pollution (sur 15 ans)	dont { gestion automatisée	7 500 000 F
	réseau d'alarme des pollutions	500 000 F
	Total	105 100 000 F
Modernisation du réseau (sur 10 ans)	dont { télécommande de vannes	1 110 000 F
	réseau de télésurveillance	500 000 F
	Total	47 840 000 F
Rattrapage de l'entretien (sur 10 ans)	Total	16 726 000 F

Ce plan d'adaptation constitue un important dossier technique de référence à partir duquel peuvent être simulés les moyens financiers à adapter en fonction des besoins et de leur délai d'exécution. Il laisse aux élus le soin de définir des priorités dans la réalisation des travaux. Il leur donne des perspectives chiffrées.

On remarque que le terme de "gestion automatisée" n'apparaît dans ce dossier qu'au niveau des moyens mis en oeuvre pour lutter contre la pollution (coût: 7,5 MF). La télécommande des vannes est considérée comme un maillon aval de la gestion automatisée.

Cependant, lors d'une journée d'information organisée par le service d'assainissement au sein de la DDE en janvier 1975, on note que "le réseau de télémessures et de télécommandes permet d'aiguiller les flots, d'être renseigné à tout moment sur l'état de remplissage du réseau d'assainissement et de savoir si des perturbations pluviométriques s'abattent sur l'amont de ces réseaux. Il est alors possible d'aiguiller les flots d'orage vers les collecteurs les plus disponibles et de faire se remplir ou se vider les bassins de retenue des eaux pluviales par l'intermédiaire des vannes télécommandées à partir du centre situé à Rosny sous Bois" (12).

Qu'est-ce à dire si ce n'est ce que l'on appelle aujourd'hui "la gestion automatisée des réseaux d'assainissement"? L'idée était lancée, même si l'on était encore loin des réalisations complètes. Cependant cette idée n'est venue qu'après le besoin de se doter d'un outil d'identification des causes des insuffisances et de désordre suite à de forte pluies, et d'un outil de calcul des dimensionnements des ouvrages futurs à réaliser en simulant leurs effets hydrauliques amont et aval.

La gestion automatisée des réseaux d'assainissement de Seine Saint-Denis sera présentée publiquement vers le début de l'année 1976 au cours d'un stage organisé par le Service régional d'Equipeement d'Ile de France (13).

B/ DEUXIEME ETAPE - 1976 1980 - PERIODE DE REFLEXION: REMISE EN CAUSE DE LA STRUCTURE DU SYSTEME

. Le premier système de gestion automatisée mis en place relativement rapidement permet certes de recueillir un nombre important d'informations sur le fonctionnement hydraulique du réseau et de télécommander certains ouvrages du central, mais l'efficacité du système en tant que tel reste encore à prouver. L'optimisation en temps réel du fonctionnement du réseau à l'aide de ce système est, avouons-le, encore bien succinct.

En 1976, lors d'un orage important survenu au Nord du Département, la position d'ouverture d'une vanne à la sortie d'un bassin de retenue réglée en fonction d'une hauteur d'eau amont fait que le bassin se vide alors que le réseau à l'aval déborde...

Il faudrait revoir la structure du système qui serait mal adaptée aux objectifs. Les consignes envoyées aux organes télécommandés d'après les mesures reçues au central ne seraient sans doute pas assez rationnelles? Il manque une règle de gestion préétablie et un contrôle des effets aval.

De plus certaines difficultés techniques se font sentir (14):

- le cycle d'interrogation des 8 stations est trop rapide et rend l'information recueillie difficilement exploitable,
- le programme de traitement de données de l'ordinateur central ayant été élaboré en langage Assembleur par une personne d'une société extérieure, le service d'assainissement ne peut assurer seul son remaniement,
- les capteurs de mesure et les organes télécommandés ne sont pas adaptés au domaine des égouts. Leur mise au point est difficile, et leur maintenance n'est pas assurée,
- de fausses alertes sont provoquées par un système d'alarme trop sensible,
- enfin, les supports de télétransmission tombent trop souvent en panne (surtension des lignes P. et T. spécialisées), notamment par temps de pluie...

Le système en place a plus un rôle expérimental que fonctionnel. Les outils techniques employés doivent être mieux adaptés aux conditions rencontrées dans le domaine des égouts. Des calages supplémentaires réalisés sur la base des mesures effectuées lors de fortes pluies, notamment celles du 17 juillet 1976, mettent en évidence la nécessité d'améliorer la modélisation.

. En outre, pendant cette période de tâtonnements, le service subit d'importants bouleversements au niveau du personnel travaillant en relation avec le projet de gestion automatisée (cf. figure 6):

- l'hydraulicien embauché pour mettre au point CARELAS avec la SOGREAH quitte le service en 1976
- le chimiste qui a engagé d'importantes études concernant la lutte contre la pollution des eaux s'en va également en 1976
- le chef d'arrondissement à l'origine du projet, qui a lancé une dynamique au sein du service, est remplacé en 1977.

Il se produit également un changement interne parmi les responsables des subdivisions "Etudes et Travaux Neufs" et "Exploitation et Entretien". Le responsable de la subdivision "Etudes Générales" qui a suivi l'installation du projet s'en ira un peu plus tard, en 1979.

Toutefois des personnes "clefs" de la subdivision "Etudes Générales" restent et continuent de suivre le projet avec attention (cf. figure 6).

. En 1977, le nouveau chef d'arrondissement décide de créer un groupe de travail autour de ce projet de gestion automatisée. Font partie de ce groupe les ingénieurs de la subdivision "Etudes Générales" mais également ceux des autres subdivisions afin qu'ils puissent exposer leurs préoccupations "d'hommes de terrain". On est plus prudent quant aux choix de la technique à utiliser.

En attendant, les orages continuent d'inonder les riverains dont le mécontentement est grandissant malgré les efforts d'indemnisation (15). Le chef d'arrondissement s'attache à garder la confiance des élus en leur montrant ce dont le service est capable de faire à d'autres niveaux (utilisation de techniques de pointe pour les forages, utilisation de caméras pour les visites d'égout, méthodes modernes de curage, intégration au réseau d'ouvrages hydrauliques particuliers comme les puits à vortex, les siphons régulateurs...) (10).

Cette confiance se traduira par une augmentation de la part du budget principal dans le budget annexe (35% en 1975 et 40% en 1980), les élus ne tenant pas à ce que les travaux "Eaux Pluviales" imposent un transfert de charge du contribuable vers l'utilisateur (16).

Les études s'orientent essentiellement vers la recherche d'un outil de gestion qui permettra d'éviter les débordements et de polluer les rivières par optimisation des capacités du réseau grâce à un contrôle de l'ensemble des ouvrages, et en intervenant au moment de l'évènement pluvieux. Il s'agit de réfléchir sur quels ouvrages faire porter la gestion automatisée (quels bassins de retenue, quels noeuds de maillage...). Des études par pluie de projet sont lancées.

. Vers 1979, le personnel des "Etudes Générales" se rend compte que le système en place est limité et que la centralisation totale du réseau est impossible: la capacité de connection de l'ordinateur central est réduite. Le système de gestion automatisée est considéré comme trop "petit" et technologiquement dépassé (10).

Les études destinées à préparer des règles de gestion butent:

- CAREDas est trop lourd pour être utilisé sur tout le département (3 ou 4 heures de machine sont nécessaires pour simuler une crue). Les instabilités numériques le rendent fragile.
- les pluviomètres ne peuvent donner des indications suffisamment sûres pour calculer les débits engendrés, et ne sont pas aptes à la prévision.

Il faut chercher des outils mieux adaptés à une gestion globale en temps réel. Or, des moyens techniques nouveaux apparaissent sur le marché:

- micro-processeurs applicables aux commandes industrielles. Les stations locales pourraient alors devenir beaucoup plus qu'"un relais d'énergie et d'informations" (14) en étant plus autonomes. Les mesures seraient traitées sur place et les organes de régulation pourraient recevoir des consignes fixes de la station locale.
- diversification des régulateurs hydrauliques et des capteurs de mesure mieux adaptés au domaine des égouts (capteurs à ultra-sons ou à sondes piezorésistives).

- mini-ordinateurs dont la puissance de calcul est supérieure aux anciens.
- systèmes de télétransmission plus souples et plus fiables.

. Parallèlement les recherches en hydrologie urbaine progressent au niveau national. Une coordination se crée à ce propos entre la DAFU (devenue STU), les services de recherche d'EDF, la commission LORIFERNE chargée de moderniser la circulaire CG 1333 de 1949, et le service d'assainissement de la Seine Saint-Denis (dont certains membres ont été affectés au STU). Des échanges permanents existent.

Le service arrive peu à peu à se faire connaître par ses avances techniques (10). Des organismes extérieurs sont prêts à participer à leurs recherches (LROP, météo nationale, AFB). D'autres collectivités commencent à s'intéresser à la gestion automatisée et viennent se renseigner (Hauts de Seine, Val de Marne, Bordeaux).

. En mars 1980, arrive un nouvel ingénieur à la tête de la subdivision "Etudes Générales" qui va se mettre à l'étude d'un nouveau dossier technique concernant la gestion automatisée.

En 1980 également le plan d'adaptation est actualisé. Un retard a été pris à cause de difficultés financières (ralentissement général des activités économiques, baisse de programmes d'urbanisme, consommation d'eau plus faible que prévue ...). Les élus modifient la durée de réalisation de ce plan: 19 ans pour les travaux d'assainissement, 11 ans pour le rattrapage de l'entretien (10).

C/ TROISIEME ETAPE - 1980 1984 - MISE EN PLACE D'UN NOUVEAU SYSTEME DE GESTION AUTOMATISEE: AUTONOMIE PARTIELLE DES STATIONS LOCALES

Après une période durant laquelle il a fallu que le service assimile la complexité technique relative au projet de gestion automatisée et se rende compte que le premier système mis en place était mal adapté aux objectifs fixés (répartition des eaux, modulation de stockage, surveillance des stations de relèvement...), un nouvel élan est donné. Les récentes mutations technologiques offrent la possibilité de réaliser sur place une grande partie des traitements nécessaires à la conduite des régulateurs hydrauliques et à la surveillance des équipements. Mais ces installations sont trop interdépendantes pour renoncer totalement à une centralisation (10).

L'option technique retenue est donc de réaliser une régulation et une surveillance locales, supervisées par un central. Le premier système mis en place en 1974 est alors abandonné. Néanmoins cette première étape n'est pas considérée comme un échec car:

- elle a permis de récolter une masse importante d'informations qui a servi au calage du modèle et qui a fait comprendre le fonctionnement hydraulique du réseau.

- elle a constitué une "réserve d'expériences" dans plusieurs domaines:

- . abord prudent d'appareillages nouveaux à adapter aux égouts,
- . maîtrise de notions fondamentales en électronique, en mini et micro-informatique, en télétransmission..." (17)

- elle a provoqué un changement de mentalité au sein d'un service d'assainissement au niveau de la façon d'aborder les problèmes.

- "elle a fait entrer et mûrir le service départemental d'assainissement dans un domaine technique particulier" (17).

. En septembre 1980 est faite une première synthèse définissant les caractéristiques techniques et les fonctions d'un nouveau projet (18). L'objectif prioritaire de la gestion automatisée est cette fois de lutter contre les inondations, cependant la lutte contre la pollution et la régulation des

apports aux stations d'épuration interviendront également dans la détermination des stratégies de gestion. Elle devra également accroître la disponibilité de tous les équipements, les pannes étant plus rapidement réparées. Un module complémentaire du programme CAREDas est mis au point et testé (module plus précis simulant les effets des stratégies) (10).

Dans le même temps, la première phase de renforcement du réseau primaire s'achève et les risques d'inondations sur Saint-Denis, Stains, Aulnay, Bondy, le Bourget, Montreuil, Drancy, devraient s'estomper. Au total près de 35 km de collecteurs Eaux Pluviales neufs, et une capacité nouvelle de stockage de 65000 m³, seront utilisables en 1981 (10). Trois collecteurs de décharge sont mis en service (le "Garges Epinay", le "Bondy Blanc Mesnil", le "Saint-Denis La Courneuve") diminuant ainsi brusquement les risques d'inondations des zones les plus sensibles (10). (cf. cartes n° 5 et 6).

. En septembre-octobre 1981, suite à une série de comparaisons, essais, tests des éléments constitutifs du système, des options techniques précises sont adoptées (17)(18):

- stations locales équipées de micro-ordinateurs industriels programmables par les techniciens du service
- vannes seuils, siphons déprimés
- capteurs de mesure de hauteur d'eau à sondes ultra-sons ou piezo-resistives...

"Il a été décidé que tous les logiciels seraient développés à domicile dans la mesure du possible afin de maîtriser parfaitement les fonctions des stations locales et faire face à leur évolutivité incessante" (19).

En novembre 1981, un ingénieur de l'INSA fait une étude des gains d'efficacité de la gestion automatisée sur un bassin de retenue. Avec celle-ci, on peut ajuster les débits de fuite aux disponibilités à l'aval par variation dans le temps des consignes suivies par le micro-ordinateur local. Ainsi, le bassin d'une surface de 4,5 ha peut être rendu équivalent à un bassin classique bien conçu de 11 ha. "La différence de coût rentabilise sur ce seul ouvrage les 15 millions de francs" (19).

Les études en relation avec la météorologie nationale sur la prévision pluviométrique par image radar progressent... Le service d'assainissement de la Seine Saint-Denis s'entoure d'un réseau de compétences diverses composé d'organismes universitaires (LHM de Montpellier, INSA de Lyon...) ou de sociétés privées (SOGREAH, EMR, CR2M...) afin d'obtenir des outils bien adaptés à la demande (20). Un groupe de travail sur "la gestion automatisée des réseaux d'assainissement" est créé au STU en 1981, coordonnant les efforts de chacun et permettant une confrontation entre praticiens et chercheurs (cf. liste des participants en annexe 4).

. Le projet d'ensemble élaboré par les ingénieurs de la Subdivision "Etudes Générales" de la Seine Saint-Denis est pris en considération par le Conseil Général le 18 décembre 1981, restant convaincu qu'une telle gestion permettra à long terme de faire des économies d'investissement considérables. Son coût est porté à 15,2 MF (valeur juin 82 Hors Taxe)(18).

Le département continue de réaliser des efforts importants pour son réseau primaire (cf. chapitre 1, budget 1981), malgré le désengagement progressif de l'Etat, sa part en Seine Saint-Denis étant passée de 10 à 6,10% entre 1975 et 1980 (21) (tandis que celle de l'EPR est passée de 2,57 à 4,77% dans le même temps). Le budget d'investissement passe de 46,7 millions à 86 millions entre 1975 et 1980, soit une progression de 54% (21).

Dans le nouveau projet, l'architecture générale du réseau est redéfinie. La structure informatique est alors hiérarchisée (17)(22): les stations locales acquièrent une certaine autonomie tandis que le central a essentiellement un rôle de superviseur dans la gestion de ces stations. Un système d'aide à la conduite permettra à l'opérateur de définir des stratégies de gestion qui seront répercutées sous forme de consignes de régulation aux stations locales par temps de crise. Les stratégies optimum seront simulées à l'aide d'un logiciel central. Les consignes de régulation seront établies sur la base des résultats du modèle et complétées par l'analyse statistique des mesures effectuées depuis 1974 (20). Un pilotage automatique sera assuré par les automates locaux en période de temps sec.

. Au début de l'année 1982, quelques stations locales commencent à être opérationnelles. D'autres sont en cours d'équipement et d'essais.

Mais déjà le service ressent le besoin de se réorganiser afin de mieux maîtriser la mise en application de cette nouvelle forme de gestion des réseaux. "La transformation apportée par l'introduction progressive de cette gestion automatisée à grande échelle marquera, avec l'apparition d'ouvrages complexes, le début du renforcement de la technicité de l'exploitation du réseau d'assainissement" (22). "La liaison entre "études" et "exploitation" est renforcée en permanence par la modélisation" (19).

. Au 1er janvier 1983 est créée une subdivision "Gestion des Eaux" avec création de postes (20), suite à un an de débats au sein du service. Elle se charge de définir les règles de gestion relatives au circuit des eaux et élabore les stratégies d'aide à la conduite. Elle assure la maintenance et le fonctionnement des ouvrages spéciaux. Cependant, le renforcement de l'équipe concernée par la gestion automatisée devient une menace pour le personnel des subdivisions "exploitation" qui prend conscience brutalement que ce n'est plus une activité marginale. La réorganisation du service ne se fait pas sans heurts.

Les responsables du projet estiment que celui-ci est prêt sur le plan technique mais que la réorganisation du service sera déterminante pour sa mise en oeuvre. Il convient de définir les tâches de chacun (19).

En attendant que le système devienne réellement performant, les études se poursuivent en Seine Saint-Denis:

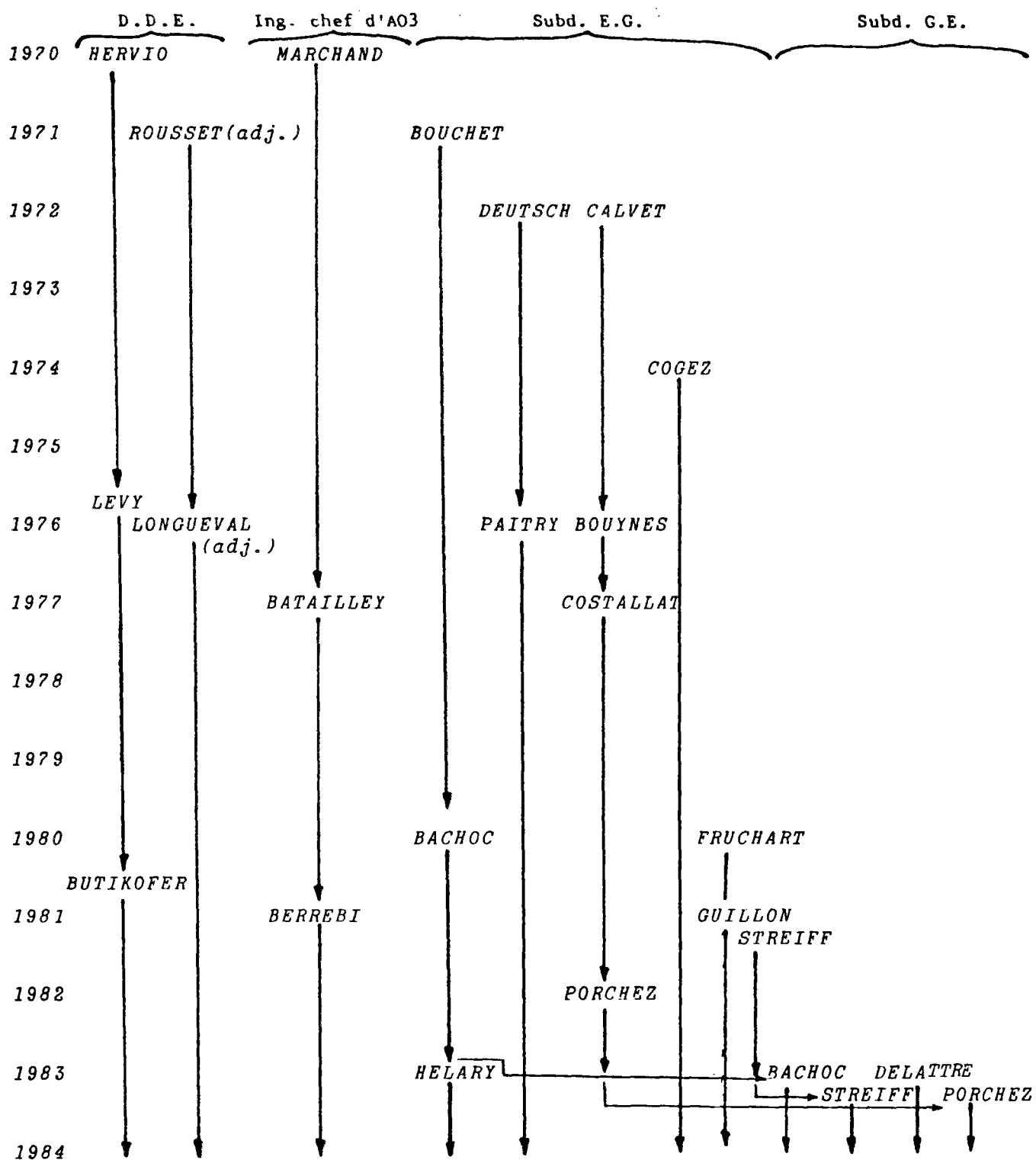
- définition des gains d'efficacité que pourraient présenter les images radar dans la gestion du réseau (en collaboration avec la Météorologie nationale, le CERGRINI, l'ALBEN, le STU et la DDT 94),
- définition d'un cahier des charges pour l'établissement de logiciels d'aide à la conduite (avec le CERGRENE),
- définition d'un schéma de télétransmission sur la base des périodes de scrutation des mesures et de rafraichissement des consignes,
- étude sur les gains d'efficacité que peuvent apporter les bassins de retenue au niveau pollution (campagnes de mesures),
- amélioration de la débitance des canalisations par réduction des frottements (intrusion de macromolécules)...

Le service s'acharne à formaliser les spécifications des fournitures de pose auprès des entreprises (une étroite collaboration se crée avec les petites entreprises), de même qu'il s'acharne également à formaliser l'acquis en termes clairs de manière à ce que ce nouveau mode de gestion puisse être assimilé par une grande partie du personnel du service (14).

. Au 1er janvier 1984, les stations de répartition des eaux opérationnelles ont, semble-t-il, déjà permis d'éviter des inondations et de réduire la contrainte des permanences de personnel par temps de crue des rivières (19). Le service considère qu'il a la maîtrise de tous les composants des stations locales et qu'il leur est donc possible de passer à l'équipement en série d'un plus grand nombre de sites.

FIG.6 INTERVENANTS DANS LA GESTION AUTOMATISEE EN SEINE SAINT-DENIS (cadres)

1968 : Création du service départemental d'assainissement (AO3)



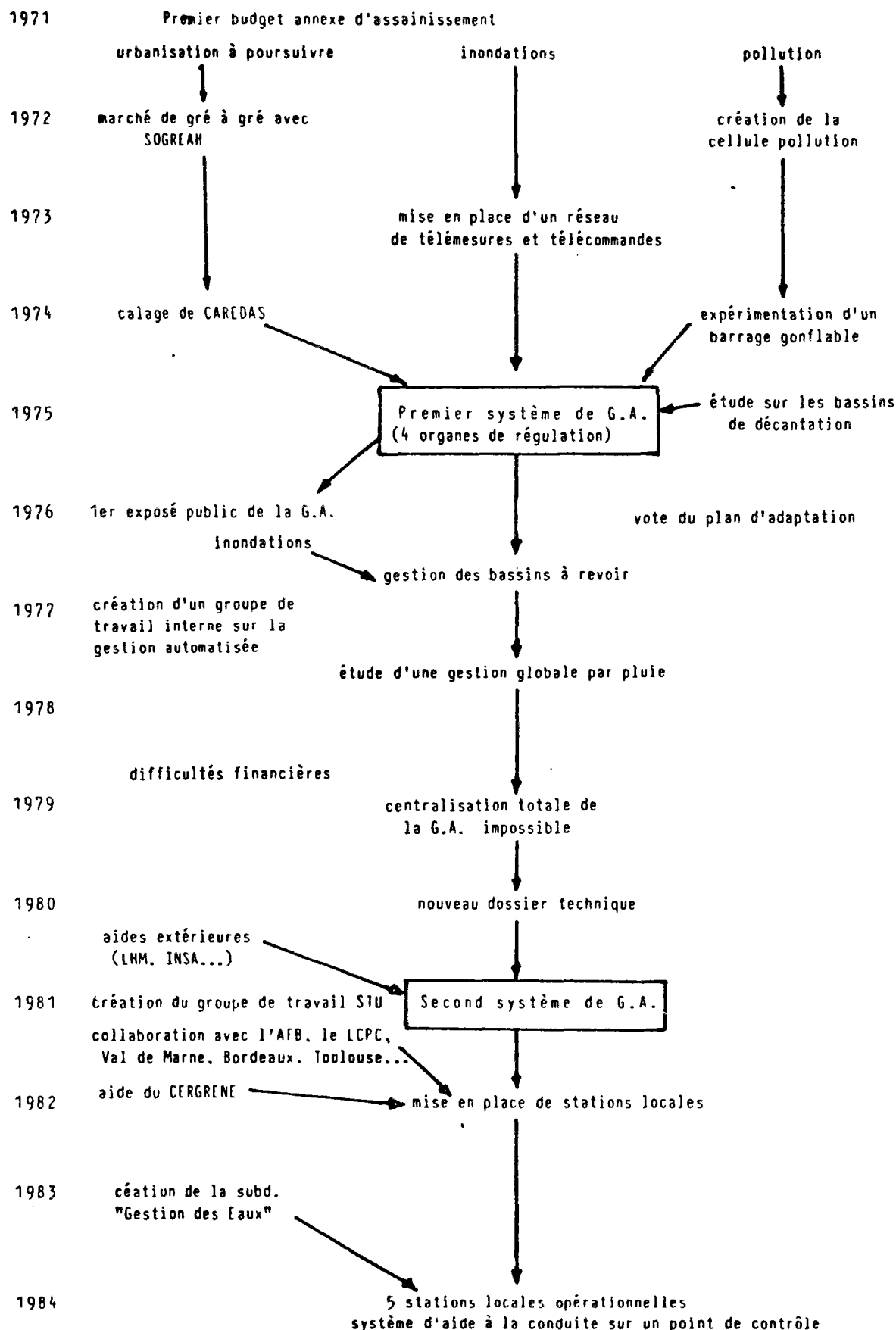
D.D.E. = Direction Départementale de l'Équipement

AO3 = Arrondissement opérationnel 3

Subd. E.G. = Subdivision "Études Générales"

Subd. G.E. = Subdivision "Gestion des Eaux"

FIG.7 ETAPES CHRONOLOGIQUES DE L'EMERGENCE DE LA GESTION AUTOMATISEE EN SEINE SAINT-DENIS



CONCLUSION

Cette description des étapes chronologiques de mise en oeuvre du système de gestion automatisée montre assez clairement qu'il ne s'est pas agi d'une décision ponctuelle, immédiatement appliquée. Certaines idées directrices ont été élaborées relativement tôt: il s'agissait d'une part de posséder un outil de calcul de dimensionnements des ouvrages futurs à réaliser (CAREDAS), d'autre part de rechercher des moyens permettant "d'aiguiller les flots d'orage vers les collecteurs les plus disponibles" (réseau de télémessures et télécommandes), et enfin de chercher à diminuer la pollution apportée au milieu naturel par les déversoirs d'orage (barrage gonflable en expérimentation). Un premier système technique basé sur ces trois approches a très vite été mis en place en 1974 sans que les objectifs auxquels il devait répondre aient été clairement définis préalablement. Il a lancé une dynamique et a frappé la sensibilité des élus. Le service a dû ensuite adapter les techniques de la gestion automatisée (réseau de télémessures et télécommandes + CAREDAS + déversoirs d'orage à seuil variable) aux objectifs qui se précisaient peu à peu (optimisation en temps réel du fonctionnement du réseau de manière à lutter contre les débordements et améliorer la qualité du milieu récepteur), et aux conditions difficiles rencontrées en égout.

D'après A. NICOLON, "Un objet technique complexe ne trouve sa structure fonctionnelle technique optimale qu'après une période plus ou moins longue de perfectionnement au cours de laquelle il évolue" (28). Cette réflexion nous fait dire que les étapes du développement de la gestion automatisée en Seine Saint-Denis constitue bien un véritable processus d'innovation technique (ou du moins sa phase d'émergence) malgré sa lenteur et ses remaniements. Même si à l'heure actuelle le système de gestion automatisée n'est pas encore pleinement mis en oeuvre, on peut cependant affirmer qu'une innovation est née en Seine Saint-Denis. C'est le processus de gestion qui change. On passe d'une gestion purement passive des réseaux, basée sur l'écoulement gravitaire des eaux, à une gestion dynamique dans laquelle le personnel, aidé de techniques modernes (déjà existantes dans d'autres domaines), s'engage au moment d'un évènement pluvieux afin de mettre à contribution de la manière la plus efficace possible tous les ouvrages du réseau.

Cette description nous permet de constater également l'importance de l'acceptabilité d'un nouvel outil technique par le personnel de l'assainissement. Le service a dû et doit encore faire face à certaines réticences de la part de ceux qui ne sont pas encore entièrement convaincus. Cela ralentit manifestement le déroulement du processus de mise en oeuvre. Le service doit être réorganisé, de nouvelles tâches sont définies...

Par ailleurs, si la gestion automatisée constitue le coeur de la modernisation de la gestion du réseau d'assainissement, elle ne représente pas tout, d'autres efforts (que nous avons à peine évoqués) sont menés parallèlement, demandant un investissement important de la part de chacun (cf. tableau n°5).

Néanmoins, on peut observer tout au long de cette série d'étapes une certaine continuité dans les objectifs à poursuivre. La dynamique et les engagements sont maintenus malgré les changements de personnes aussi bien du côté technique que politique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA PREMIERE PARTIE - CHAPITRE II -

- (1) GAUDIN T.
"L'écoute des silences" -
Coll. 10.18 -
1979

- (2) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 71.426 -
"Projet de budget pour 1972" -
Décembre 1971

- (3) CALVET F. BOUCHET M.
"Modèle mathématique de simulation des écoulements dans les collecteurs départementaux de la Seine St Denis" -
DDE 93.A03 - JOURNEE D'INFORMATION DU 23 JANVIER 1975 -

- (4) DDE 93.A03 -
MARCHE DE GRE A GRE PASSE ENTRE LE DEPARTEMENT ET SOGREAH
1972 -

- (5) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 72.50 -
"Budget annexe supplémentaire pour 1972-Décision modificative n°1"

- (6) BOUCHET M.
"Gestion automatisée - L'exemple de la Seine St Denis" -
in Revue des TPE n° 47 -

- (7) DEUTSCH J.C.
"Etudes générales de pollution des eaux dans le département de Seine St Denis" -
DDE 93.A03 - JOURNEE D'INFORMATION DU 23 JANVIER 1975 -

- (8) DEPARTEMENT SEINE St DENIS -
Discussion du Conseil Général sur le Budget Annexe pour 1974 (rapport 3e commission n° 73.315) -

- (9) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 73.396 -
- (10) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 80.380 -
"Etat d'avancement du plan d'adaptation et orientations pour les
années à venir" -
- (11) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 75.142 -
"Plan d'adaptation du réseau départemental d'assainissement" -
64 pages
- (12) BOUCHET M.
"Réseau de télémessures et de télécommandes pour l'optimisation du
fonctionnement du réseau primaire d'assainissement" -
DDE 93.A03 - JOURNEE D'INFORMATION DU 23 JANVIER 1975 -
- (13) MARCHAND J.
"L'assainissement en Seine St Denis" -
stage "EAU ET ASSAINISSEMENT" - Service Regional de l'Equipement
de la région ILE DE FRANCE - 1976 -
- (14) MOREIRA A.
"Historique du développement du projet de la gestion automatisée du
département de la Seine St Denis" -
Rapport de travail de fin d'études de l'ENTPE - 2e partie -
Mars-Juin 1983 -
- (15) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 77.338 -
- (16) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 80.395 -
"Contribution du budget principal du département au budget annexe
d'assainissement au titre des eaux pluviales - Modification du taux et
prévision pour 1981" -
- (17) DDE 93.A03 - Définition du projet: rapport technique -
"Rôle de la gestion automatisée" - 64 pages -
Novembre 1981

- (18) DDE 93.A03 - RAPPORT AU CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 81.616 -
"Gestion automatisée" -
- (19) DDE 93.A03 -
"Pour commencer à automatiser la gestion du réseau d'assainissement en
Seine St Denis... disons 12 ans" -
Début 1984 - 99 pages -
- (20) BACHOC A. HELARY J.L.
"La gestion automatisée en Seine St Denis - Aboutissement de la
rénovation des techniques d'études, catalyseur de la mutation du
service assainissement" -
JOURNEES D'ETUDES ENPC du 6 au 8 Décembre 1983 -
- (21) DEPARTEMENT DE SEINE St DENIS - 2e session ordinaire de 1980 -
Commentaires du Conseil Général concernant le rapport n° 80.546 -
3e COMMISSION -
- (22) BACHOC A. COSTALLAT B. STREIFF R. BAUDOUIN P. LESAGE D.
"Dispositif de régulation de fonctionnement du réseau d'assainissement
de la Seine St Denis" -
JOURNEES HYDRAULIQUES DE NANTES - 14 au 16 Septembre 1982 - SHF -
Question n° IV - rapport n° 12 -
- (23) NICOLON A.
"Le véhicule électrique" -
Ed. CNRS - Energie et Société - 1977 -

CHAPITRE III

CONDITIONS D'EMERGENCE DE LA GESTION AUTOMATISEE
DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

Après avoir décrit comment la gestion automatisée des réseaux d'assainissement s'était mise en place en Seine Saint-Denis, il nous faut maintenant rendre compte pourquoi cette innovation est née dans ce département, sous quelles conditions.

On a pu se rendre compte dans le chapitre précédent que la gestion automatisée des réseaux d'assainissement était née de la rencontre en 1974 de trois approches techniques :

- la simulation des écoulements avec le programme CAREDAS
- le contrôle du fonctionnement du réseau à l'aide d'un système de télémessures associé à la télécommande d'organes de régulation
- la recherche de moyens de lutte contre la pollution du milieu récepteur

Les conditions d'émergence de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement en Seine Saint-Denis sont donc directement liées à celles de la genèse respective de ces trois approches techniques. Nous allons analyser ces conditions en remontant les filières génétiques de chacune des trois approches. Nous partons du principe que la gestion automatisée des réseaux d'assainissement est née alors que des acteurs se trouvaient face à une problématique dans un contexte particulier (physique, économique, politique, social, institutionnel et technique) duquel ils ont tiré partie des ressources et des contraintes.

Nous en déduirons les facteurs d'émergence favorables à la diffusion de l'innovation.

A/ POURQUOI CAREDAS ?

Les techniciens, nouveaux venus dans un service d'assainissement créé au début des années 70 (cf. historique), devaient élaborer un important programme de travaux neufs demandé par les élus. La méthode classique (formule de CAQUOT) était difficilement applicable dans les conditions physiques du département pour calculer les débits des nouveaux collecteurs (réseau maillé et bassins versants étendus). Les techniciens ont dû alors rechercher une méthode de calcul plus sophistiquée tenant compte de la complexité du réseau (réseau maillé en partie unitaire, raccordé à un réseau périphérique séparatif). Monsieur ROUSSET, adjoint au DDE à l'époque, s'était déjà servi d'un outil mathématique de simulation des écoulements de la société SOGREAH, et a poussé le service pour que cette société leur adapte un modèle au réseau maillé de la Seine Saint-Denis. Ce sera CAREDAS (cf. historique).

On voit donc que l'émergence de CAREDAS, élément essentiel pour la suite de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement, tient à la nécessité de dimensionner des ouvrages dans un important programme de travaux.

. Pourquoi programmer des travaux ?

Parce que le réseau était insuffisant. Il débordait fréquemment et l'urbanisation continuait de s'accroître (cf. plus loin). Le département a subi dans les années soixante, une forte poussée de l'urbanisation qui s'est faite parfois sans réelle concertation avec les Mairies concernées (Cité d'Orgemont à Epinay, Grands ensembles du Nord de Bondy, Aulnay 3000, ville nouvelle de Marne-la Vallée, Marnaudes à Rosny, Rougement et Perrin à Sevran, Roissy,...). Cela a provoqué une rapide imperméabilisation des sols et un retard s'est accumulé au niveau de l'assainissement. Cela devenait une contrainte d'aménagement telle qu'elle remettait en cause le développement urbain des années soixante dix. Il fallait trouver d'urgence un moyen pour résoudre ces problèmes.

De plus, au moment de la création du département, les élus se trouvaient dans une position intenable face à la population, celle-ci faisant pression (1). Les familles touchées par des inondations dues à des débordements des égouts sur chaussées étaient de plus en plus nombreuses (650 pour l'orage du 13 mai 1971, 325 pour celui du 31 juillet 1972, 310 pour l'orage du 2 juin 1973, 550 pour l'orage du 8 juillet 1975...) (2). Certaines étaient victimes de ces inondations dès qu'un orage d'une importance moyenne s'abattait sur leur commune et cela seulement depuis 1964 ou 1965 (1). "Les habitants de ces pavillons sont las et commencent à la trouver un peu saumâtre" déclare un élu lors d'une réunion du Conseil Général en 1971 (1). "Il n'y avait pas de catastrophe ni de dégâts aussi considérables que ceux que nous constatons depuis quelques années", déclare un autre lors de cette même réunion, "le problème est extrêmement grave et il est indispensable que des mesures urgentes soient prises". Les pertes ont été évaluées à 20 ou 30 000 francs pour l'orage du 13 mai 1971 (1).

Les élus ont alors décidé d'investir fortement pour rattraper le retard accumulé et permettre la continuation du développement urbain. En même temps, ils ont décidé que l'assainissement, contrairement à la coutume, serait pris en charge par un service départemental. Ceci pose deux questions: pourquoi y avait-il retard en matière d'équipement d'assainissement? Pourquoi avoir créé un service départemental?

. Pourquoi y avait-il retard en matière d'équipement en assainissement?

Un manque de coordination entre la programmation des grandes opérations d'urbanisation et celle des grandes infrastructures est quelque chose de fréquent, car les promoteurs veulent minimiser les coûts d'investissement et ne se préoccupent pas des coûts d'entretien (3). Les procédures d'annexes sanitaires n'ont pas un caractère d'obligation au niveau des schémas directeurs d'aménagement et d'urbanisme (SDAU) et sont souvent négligés. Au début des années 60, l'ensemble de la région parisienne allait s'organiser selon un schéma directeur (SDAURP) imposé par l'Etat (4). Ce schéma prévoyait la concentration de l'habitat sur des axes forts de développement, notamment 6 à 7 villes nouvelles de l'ordre de 500 000 habitants chacune (4). Associé aux plans d'aménagement précédents (Plans PROST et PADOG), l'afflux de population

et les opérations de rénovation de Paris intra-muros produisait un important excédent de population en particulier à faibles revenus, qu'il fallait loger au plus vite et au plus près (la Seine Saint-Denis constitue un lieu de passage privilégié, la population a été multipliée par 9 en un siècle (5)). La Seine Saint-Denis se voyait ainsi attribuer un rôle d'accueil d'un habitat modeste pour lequel les coûts d'équipements des villes nouvelles eussent été prohibitifs.

L'assainissement était pris en charge d'une part par les services techniques de la ville de Paris pour les réseaux du département de la Seine, et d'autre part par les services des syndicats intercommunaux du département Seine et Oise. Il y avait donc de fortes chances pour qu'un décalage se crée entre assainissement et plan d'urbanisme de la Région Parisienne.

. Pourquoi un service départemental d'assainissement?

Les communes de l'ancienne Seine étaient déjà bien équipées et autonomes financièrement, tandis que celles de l'ancienne Seine et Oise disposaient de beaucoup d'espaces libres (ayant à l'époque encore un caractère rural) mais par contre avaient des moyens financiers nettement plus réduits. Or, ce sont surtout ces dernières (Sevran, Tremblay les Gonesse, Villepinte) qui allaient être touchées par le développement de l'urbanisation et dont les effets, au niveau de l'assainissement, allaient se répercuter sur les communes à l'aval déjà fortement urbanisées (cf. carte n°5). Ces problèmes avaient mal été perçus lors de l'établissement du S.D.A.U.R.P. (1965), mais il fallait en assumer la responsabilité et trouver un moyen pour y remédier. C'est ainsi que les élus des 3 départements de la petite couronne ont décidé, lors de la réorganisation de la Région Parisienne, que l'assainissement serait pris en charge par des services départementaux. Ils ont ressenti la nécessité d'une certaine cohérence et ont choisi de traiter l'assainissement à un niveau tel qu'il permette d'établir une solidarité à la fois technique, financière et souvent politique entre deux unités disparates nouvellement unies. Rose FOATA confirme ceci dans son article consacré à la Seine Saint-Denis (6): "En 1967, combler les disparités d'urbanisation et d'équipement entre les deux unités ne pouvait relever que d'une autorité intercommunale qui, compte tenu de la morphologie du département et du pouvoir politique en place avec des objectifs communs fortement marqués, ne pouvait être que départementale".

Il faut remarquer que la Seine Saint-Denis est un département dont l'unité politique était dès le départ plus marquée que celle du Val de Marne ou des Hauts de Seine. Saint-Denis, Saint-Ouen et Villetaneuse représentent ensemble l'un des deux bastions les plus anciens du Parti Communiste Français (?). Le mouvement gaulliste, même à son apogée, n'est jamais parvenu à en déloger les élus communistes. Cette tendance politique est d'ordre historique et correspond à l'arrivée massive d'ouvriers au lendemain de la guerre de 14-18, lorsque Paris s'est embourgeoisé et la banlieue industrialisée (?).

L'unité politique a sans doute facilité l'attribution des responsabilités d'assainissement à un service départemental. Elle a aussi permis d'envisager la programmation de travaux dans le cadre d'un schéma directeur d'assainissement. Or, nous l'avons vu (cf. historique), ce schéma directeur visait le long terme (échéance 1985 ou 1990), évitant ainsi l'engagement de travaux au coup par coup (comme cela se faisait dans le Val de Marne ou les Hauts de Seine). Cette volonté politique commune d'investissement à long terme dans un domaine considéré comme peu "payant" électoralement parlant, est sans aucun doute une spécificité de la situation en Seine Saint-Denis.

L'élaboration du Schéma Directeur d'assainissement a sans doute eu beaucoup d'influence sur le développement du projet. Il a eu un effet sécurisant pour les élus. Intégré au Plan d'adaptation, il leur a permis de mesurer l'étendue des efforts qu'ils avaient à accomplir en étant informés des conséquences de leurs décisions sur l'évolution du taux de la redevance (cf. historique). Tout ce qui était inscrit au Schéma Directeur a été par la suite accepté sans réticence de la part des élus.

B/ POURQUOI UN RESEAU DE TELEMESURES ASSOCIE A UN RESEAU DE TELECOMMANDES?

Le réseau de télémesures avait pour vocation au départ de contrôler en direct le fonctionnement du réseau et de faire des calculs de probabilités des possibilités de débordements aux endroits critiques afin de "soit soulager le réseau par manoeuvre de vannes, soit prévenir les permanences de Mairies concernées par l'inondation probable" (cf. historique).

Les techniciens pensaient donc se servir de ce système pour:

- d'une part les aider à comprendre "en direct" le fonctionnement du réseau sans être sur le terrain,
- d'autre part pouvoir intervenir plus vite au moment d'un orage.

. Pourquoi chercher à comprendre le fonctionnement du réseau?

- parce que les travaux coûtent chers, surtout en Seine Saint-Denis où nous sommes en zone urbaine, avec un sous-sol hétérogène.

L'utilisation maximale du sol fait atteindre dans le département de fortes valeurs foncières. Le prix des terrains a été multiplié par 15 ou 18 entre 1949 et 1962 en Région Parisienne (5). En 1972 le prix du terrain moyen en Seine Saint-Denis est de 186 F/m² (8), (chiffre similaire dans le Val de Marne et les Hauts-de-Seine). Cela veut dire que toute opération foncière destinée à l'assainissement coûte très cher. De plus, les travaux en zone urbaine sont délicats car le sous-sol est encombré, et risquent de gêner la circulation pendant de longs mois (9). Il est donc préférable de chercher à accroître les possibilités de ce qui existe déjà plutôt que de continuer à construire des collecteurs de plus en plus gros ou des bassins de retenue de forte capacité. Les techniciens ont alors cherché à rationaliser la programmation des travaux neufs. Mais il leur fallait connaître les causes de dysfonctionnement. Or, ces causes étaient inconnues. Pourquoi?

- parce que le réseau en Seine Saint-Denis est complexe:

* d'une part, il est maillé sur la partie de l'ancienne Seine du fait de la topographie de cette zone. Les bassins versants étendus et les faibles différences d'altitude rendent aisé le passage des eaux d'un bassin versant à l'autre. C'est ainsi que des connexions ont été faites il y a déjà plusieurs dizaines d'années par voie empirique, sans que des calculs hydrauliques préalables aient pu rendre compte de leurs effets (l'hydraulique était, jusqu'alors, peu pratiquée dans les services d'assainissement).

* d'autre part, le réseau départemental est à la fois unitaire dans cette même zone de maillage, et séparatif sur la partie de l'ancienne Seine et Oise, le tout aboutissant à des exutoires communs étroits (la Seine et la Marne), ce qui impose un linéaire important (environ 800 km de tuyau) et dense (cf. carte n°6).

De plus il y a eu perte d'information lors du changement de statut pour le personnel ouvrier du Service Départemental d'assainissement. Les ouvriers ont préféré réintégrer les services techniques de la ville de Paris suite aux changements d'habitude de travail que leur imposait le nouveau statut (nouvelle organisation des équipes d'astreinte...) (10). Le chef de la subdivision "entretien" qui connaissait bien le réseau, est également parti.

Or, le modèle mathématique CAREDAS devait aider à connaître le fonctionnement du réseau puisqu'il allait simuler les écoulements, mais pour cela il fallait le caler avec des mesures de paramètres hydrauliques (pluviométriques et limnimétriques). Le réseau de télémesures complétait le relevé de mesures nécessaires au modèle (11).

En outre, le réseau du fait de sa forte densité et de ses nombreux organes annexes, représentait un capital important. Son état de santé méritait d'être suivi sérieusement afin d'assurer sa pleine efficacité. Un réseau de téléalarme et de télésurveillance trouvait là sa raison d'être, vu l'étendu géographique du réseau départemental qui implique de fortes servitudes au personnel, en particulier pour aller contrôler sur le terrain l'état des organes.

Cette combinaison "modèle mathématique d'aide à la programmation" et "réseau de télémesures d'aide à la compréhension du fonctionnement du réseau" a pu se réaliser relativement facilement sans doute du fait de l'organisation du service: les subdivisions "études" et "exploitation" étaient concentrées en un même bâtiment et étaient sous la direction d'une seule et même personne.

Ainsi, le bureau d'études pouvait être aisément informé des données du terrain. Nous retrouvons ici l'importance de l'organisation du service départemental de l'assainissement.

. Pourquoi vouloir intervenir au moment de l'évènement?

Parce que dans l'état où étaient les choses, lors d'une éventuelle inondation les techniciens se trouvaient désarmés pour, soit l'empêcher, soit prévenir la population du danger, encore une fois par manque de connaissance du fonctionnement du réseau. Un réseau de télémesures pouvait donc servir d'alarme en cas de détection d'un danger (rappelons que cette idée s'inspirait directement du réseau d'alerte aux crues installé en Dordogne).

Couplé à des vannes télécommandées, il laissait également aux techniciens la possibilité d'une intervention sur les flux hydrauliques en cherchant à les répartir dans les diverses capacités disponibles du réseau, et donc à écrêter les pointes de débit. Monsieur MARCHAND, qui auparavant travaillait sur les réseaux routiers, a eu l'idée de se servir des mailles du réseau comme moyen de délestage; il a tout de suite pensé que le réseau pouvait déborder quelque part et être vide ailleurs. Il était donc intéressant de rechercher si l'on pouvait profiter de cette particularité du réseau grâce à un système de vannes télécommandées couplé à un réseau de télémesures.

Cela a frappé l'imagination des élus. Ils ont été séduits par ce principe et ont accepté l'expérimentation qui de toutes façons ne coûtait pas cher face aux importants travaux à réaliser, et qui pouvait peut être apporter un gain d'investissement en génie civil dans la mesure où le délestage permettait de diminuer le volume des capacités nouvelles à construire. D'autant plus que les communes à l'aval, fortement urbanisées, étaient peu aptes à recevoir de nouveaux tuyaux et avaient peu de terrain disponible pour

de grands bassins de retenue, terrain qui de surcroît coûtait cher (un crédit de 600 000 F avait été accordé en 1972 pour l'acquisition et la mise en place des appareils de mesure et pour le réseau de télémesures tandis que le coût total des besoins a été estimé à plus d'un milliard de francs en 1975) (cf. historique).

Mais le fait que les élus aient accepté que le service fasse appel à des techniques de pointe jamais utilisées en France dans ce domaine pour la gestion des réseaux d'assainissement n'est sans doute pas sans rapport avec leur tendance politique. En effet, d'une part les communistes se sont toujours présentés comme "des gestionnaires efficaces et soucieux des intérêts matériels et immédiats d'une population ouvrière" (7). "La gestion sociale exemplaire" fut longtemps l'apanage des municipalités communistes (12). Chercher à mieux gérer les équipements d'un service public qui touchent une population défavorisée subissant des dégâts avait donc une forte signification idéologique. D'autre part, les communistes ont longtemps été considérés comme des "réalisateurs" (12). Fiers de cette image de marque, ils cherchent à la mettre en valeur et n'hésitent pas à se lancer dans des projets d'innovations. Pour illustrer cela, on peut citer:

- l'utilisation de puits artésiens
- l'utilisation de la géothermie

ou encore, plus récemment:

- le cablage par fibres optiques (cf. Le Monde du 24 mars 1983)
- la création d'un centre régional de la machine-outil
- la réutilisation du Tramway entre Bobigny et Saint-Denis... (13)

La gestion automatisée des réseaux d'assainissement n'est d'ailleurs pas la seule innovation que le service assainissement ait testée (cf. historique). On peut citer:

- l'utilisation des méthodes modernes de curage et de forage,
 - l'utilisation de l'inspection télévisée pour les ouvrages non visitables (dès 1971)
 - le test d'ouvrages destinés à la lutte contre la pollution comme un séparateur statique tourbillonnaire, ou les barrages gonflables (cf. figure 8)
- ...

L'expérimentation d'un réseau de télémesures couplé à la télécommande d'organes régulateurs allait manifestement dans le sens de leur réputation de

L'expérimentation d'un réseau de télémessures couplé à la télécommande d'organes régulateurs allait manifestement dans le sens de leur réputation de réalisateurs.

Les élus du Conseil Général de Seine Saint-Denis ont pris un risque en acceptant ce projet car il était utopique de compter immédiatement sur cette méthode pour remédier aux problèmes (le risque était toutefois limité puisqu'une importante programmation de travaux neufs l'accompagnait). Là encore, il est probable que la forte assise politique des élus leur permettait des actions que d'autres plus "fragiles" politiquement auraient évitées. On remarque que les Hauts de Seine et le Val de Marne, qui pourtant se trouvaient dans la même situation institutionnelle (service départemental d'assainissement), se sont lancés beaucoup plus tard dans un système de gestion automatisée de leur réseau d'assainissement.

Les élus de Seine Saint-Denis ont fait confiance aux techniciens. Soulignons que certains d'entre-eux appartenant à la commission chargée d'examiner les dossiers d'assainissement, étaient des permanents du Parti Communiste. Cela leur laissait donc probablement le temps de suivre les dossiers de près et avec sérieux.

En 1982, cette confiance persiste. Monsieur J.L. MONS souligne (13) qu'il se félicite "des excellents rapports que l'exécutif départemental entretient avec les fonctionnaires des services extérieurs de l'Etat. Nous constatons leur compétence et leur dévouement". Le Président du Conseil Général affirme sa volonté de mieux gérer le réseau existant par une gestion "optimisée". Le département poursuit ses efforts d'investissement dans ce domaine. 131,4 millions de francs ont été investis en 1982 dans des collecteurs d'intérêt départemental et intercommunal (13). Les élus ne s'opposent pas à une restructuration du personnel et offrent encore à l'heure actuelle, des possibilités d'embauche et de formation du personnel.

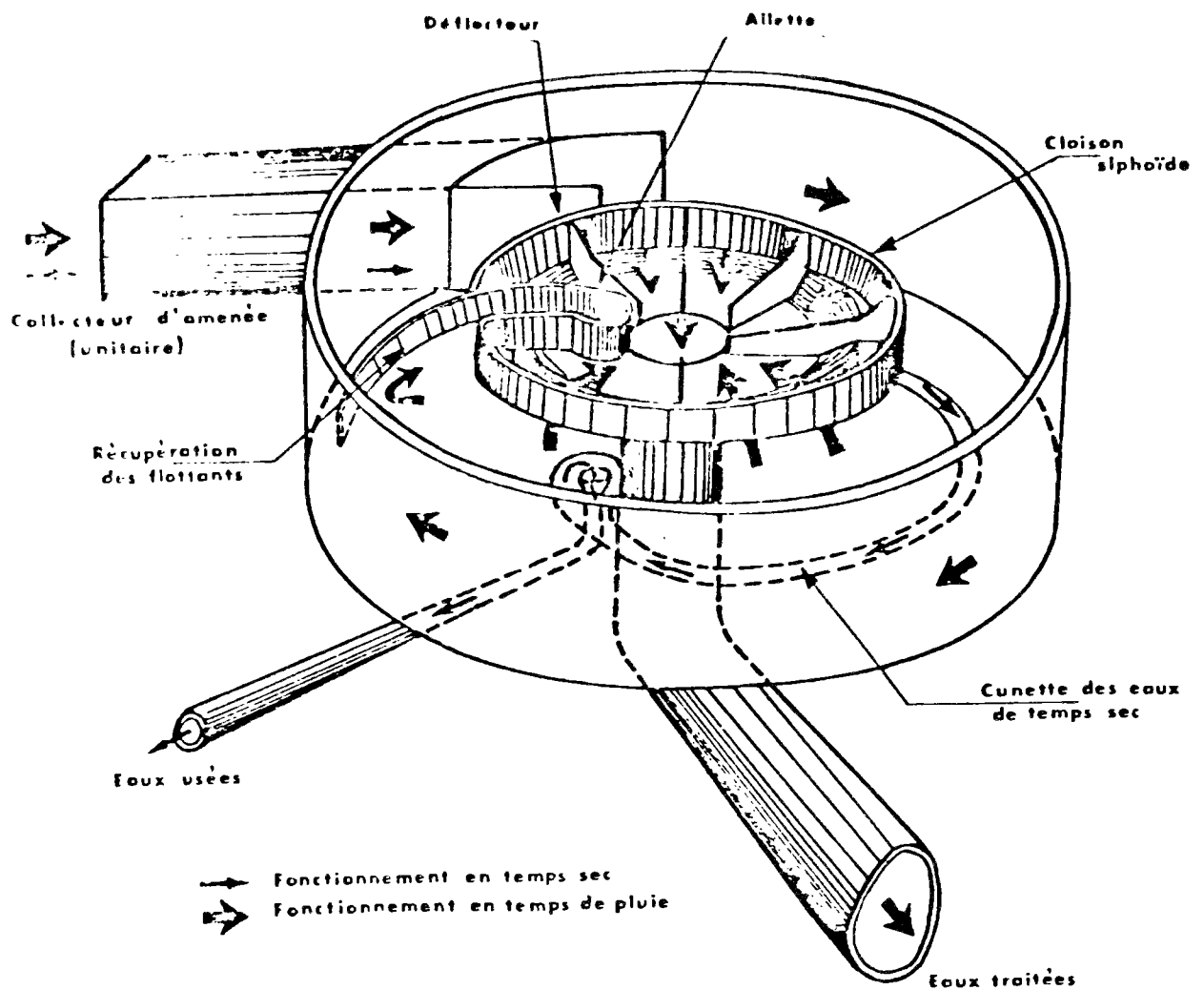


FIG.8 SEPARATEUR STATIQUE TOURBILLONNAIRE

Source: ASSOCIATION AMICALE DES INGENIEURS ANCIENS ELEVES DE L'ENPC
 "Evacuation des eaux pluviales urbaines" Paris 1978

C/ POURQUOI EXPERIMENTER DES MOYENS DESTINES A LA LUTTE CONTRE LA
 POLLUTION DES EAUX? (barrages gonflables, système d'alerte...)

La Seine Saint-Denis se trouve être un département à forte densité urbaine d'une part, et très industrialisé d'autre part.

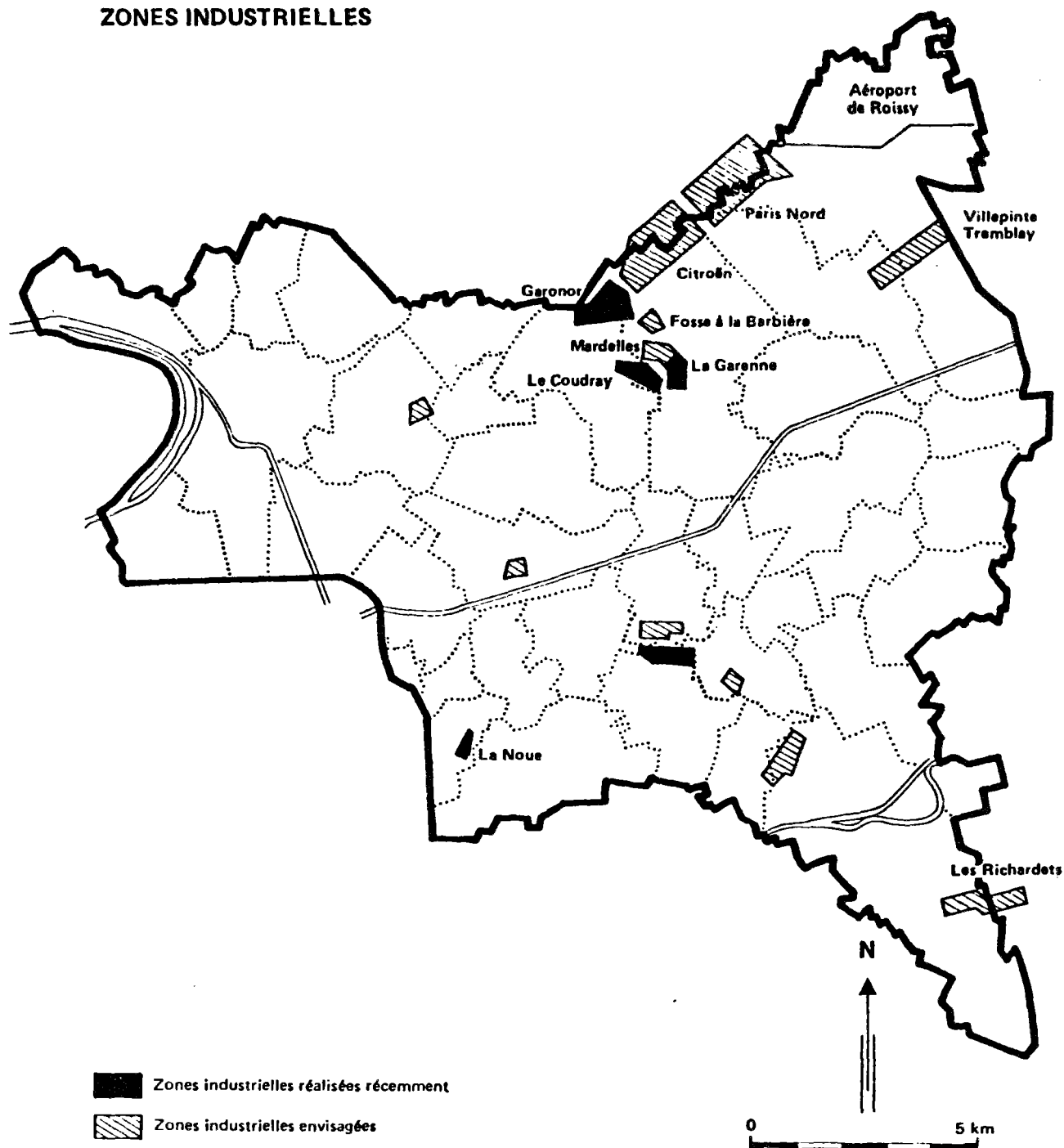
La politique de désindustrialisation de Paris menée le lendemain de la guerre de 14-18 (plan PROST), et ensuite vers 1955 (Plan PADOG), a provoqué une élévation des valeurs immobilières dans le centre amorçant une tendance à l'éviction de la classe ouvrière de la ville de Paris et de sa proche banlieue (4).

Ainsi, on trouve des industries anciennes dans les communes proches de la ville de Paris notamment le long des rivières et des voies de communication (5) comme au nord (Saint-Ouen, Aubervilliers, Saint-Denis), au sud et au nord-est (Pantin, Bagnolet, Montreuil), puis d'autres plus récentes dans les communes plus éloignées comme Aulnay, Villepinte, Sevrans... (cf. cartes n°4 et 7).

Nos chiffres datant de 1972 (8) nous indique que le prix du terrain en zone industrielle est moins cher en Seine Saint-Denis (147 F/m²) que dans le Val de Marne (192 F/m²) ou dans les Hauts de Seine (184 F/m²). Cela laisse supposer que les industries s'installent préférentiellement en Seine Saint-Denis plutôt que dans les départements voisins. La menace pour les rivières est donc plus grande par le biais du réseau, les industries y étant, pour la plupart, raccordées. Ainsi, lors de sa création, le département était dans une situation telle qu'au problème d'imperméabilisation des sols s'ajoutait celui de la qualité des eaux des rivières.

CARTE N°7

ZONES INDUSTRIELLES



Source: Notes et Etudes Documentaires - 25 Mai 1972 - N° 3892 3893 3894
 " Les nouveaux départements de la Région Parisienne - Département de Seine St-Denis"
 Documentation Française

. Pourquoi le réseau d'assainissement contribue-t-il à la pollution des rivières?

Les effluents industriels nocifs (industries chimiques, métallurgiques, de 1ère transformation des métaux, agro-alimentaire) contribuent largement à la détérioration des eaux du milieu naturel au moment où les déversoirs d'orage du réseau unitaire fonctionnent. A cette source de pollution s'ajoute celle des eaux pluviales qui, en zone urbaine, contiennent également des matériaux polluants (lessivage de toitures, trottoirs, chaussées) (14). La charge de pollution arrivant en Seine par la "Vieille-Mer" a été estimée annuellement à 5000 t de DCO, 4t de cyanures, 120 t d'hydrocarbures (estimation 74).

. Pourquoi se préoccupent-on de la qualité du milieu naturel?

Des alertes avaient déjà été enregistrées avant que le service ne s'engage dans la recherche des moyens de lutte contre la pollution (15). Or la création du département correspond à une époque de sensibilisation des élus aux problèmes de pollution. Certains membres du Conseil Général faisaient partie du Comité de Bassin Seine Normandie vers le début des années soixante dix, ce comité ayant été formé suite à la loi sur l'eau du 16 décembre 1964. Il était chargé d'établir un livre blanc dans lequel devait être inventorié le degré de pollution des cours d'eau (15).

On pouvait entendre, lors d'une réunion du Conseil Général en juin 1971, les réflexions suivantes (15): "Nous savons qu'en Région Parisienne la pollution est importante, qu'elle augmente chaque année et que les rivières sont terriblement polluées"... "Il ne faut pas permettre à un industriel ou à une collectivité locale de se croire à l'abri et d'être conforme à la législation lorsque la station est créée et construite"... "Nous pourrions examiner avec l'Agence de Bassin, la création d'un service départemental qui procéderait à des prélèvements et enverrait les résultats de laboratoire au maître d'oeuvre et à l'administration"... "Le premier objectif à atteindre est de réduire la pollution de moitié avant de la réduire complètement"... "Nous sommes au début d'un long processus de prise de conscience d'un problème immense"... "C'est essentiellement celui de la région parisienne puisque nous en sommes, et que parmi toutes les régions de France, c'est sans doute celle qui est la plus polluée" concluait le Secrétaire Général du département de la Seine Saint-Denis.

Le souci de protection de l'environnement commençait à apparaître dans l'opinion publique vers le début des années soixante dix (16). Les élus étaient conscients que l'image de marque du département ne pouvait qu'être renforcée s'ils se préoccupaient de ces problèmes. "La sensibilité par rapport aux pollutions est un phénomène qui s'est beaucoup accru ces dernières années. Il convient d'y faire face et il faut inventer des choses nouvelles" déclarait Monsieur le Préfet du département en novembre 1973 (17). Lors de cette même réunion, la déclaration d'un des élus du département nous indique que ceux-ci étaient à cette époque, particulièrement réceptifs à ce genre de préoccupation (17): "Dans un département industrialisé comme la Seine Saint-Denis, à forte concentration urbaine, la qualité du milieu environnant dans lequel vit la population, composée en majorité de foyers ouvriers avec des ressources modestes, nous concerne tout particulièrement". Un article du journal "Le Monde" datant de 1978, consacré aux élus de la Seine Saint Denis, nous confirme ce souci (18): "conserver, créer un environnement, lutter contre les nuisances, contre la pollution de l'eau et de l'air, aller vers une véritable qualité de la vie pour les familles du département".

Les élus ont donc souhaité prendre des mesures en matière de lutte contre la pollution des eaux. On a vu que, sous l'impulsion de l'AFBSN, une cellule pollution avait été créée au sein de la subdivision "Etudes Générales" en janvier 1972 (cf. historique). Elle allait donc travailler en étroite collaboration avec le bureau d'études (d'où l'importance de l'organisation du service). Un ingénieur chimiste a pris la responsabilité de se lancer dans d'importantes études sur le problème des eaux pluviales en milieu urbain. C'est ainsi qu'il s'est aperçu que les Etats-Unis étaient en avance dans le domaine et que des systèmes de "gestion automatisée" appliqués à des déversoirs d'orage étaient en expérimentation (19). Il a été décidé que serait couplé un tel système destiné à la lutte contre la pollution avec celui destiné à la lutte contre les débordements, en expérimentant un déversoir à seuil variable (barrage gonflable). Les techniciens ont également tenté de coupler le système d'alerte aux crues avec un système d'alerte de pollution en continu, en s'inspirant de ce qui se faisait à Rouen (17).

CONCLUSION

La gestion automatisée des réseaux d'assainissement est donc née en Seine Saint-Denis dans des conditions particulières, spécifiques au contexte, étroitement liées les unes aux autres (cf. Schéma synthétique) sous l'impulsion de plusieurs personnalités hors pair.

Si l'on fait l'hypothèse que des facteurs contextuels sont indispensables à la diffusion de l'innovation, le problème est de savoir si son émergence est due à des facteurs trop spécifiques à la Seine Saint-Denis pour qu'elle puisse se diffuser ailleurs, ou bien si l'on peut dégager des facteurs qui seront déterminants pour sa diffusion dans d'autres contextes. L'analyse des conditions d'émergence de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement en Seine Saint-Denis nous fait dire que les facteurs déterminants pour l'évaluation de sa diffusion sont:

- 1°) Les besoins pressants (débordements fréquents, politique d'urbanisation à poursuivre et lutte contre la pollution) qui se sont faits sentir en Seine Saint-Denis lors de la création du département et qui ont imposé aux élus d'agir en investissant dans un vaste programme d'adaptation. On notera que ces besoins étaient relativement nouveaux (insatisfaction de la population).
- 2°) Le contexte physique particulier (réseau maillé, bassins versants étendus) qui empêchait les techniciens d'utiliser une méthode traditionnelle pour la programmation des travaux (méthode de CAQUOT) et qui les a poussés dans la recherche d'une solution originale et la plus rationnelle possible vu l'ampleur des travaux à réaliser (modélisation mathématique).
- 3°) L'occasion institutionnelle marquée par la création du département, qui a permis, d'une part de renforcer une unité politique et donc de poursuivre un objectif commun, d'autre part de faire voir le jour à un service d'assainissement départemental avec un personnel nouveau travaillant à une échelle hydrogéographiquement plus large, permettant ainsi d'équilibrer les ressources techniques et financières de deux

entités disparates qui avaient toutes deux des besoins en assainissement.

Ce changement d'échelle de gestion a permis aux techniciens de chercher des solutions plus globales pour un ensemble plus vaste avec des possibilités nouvelles (capacités de délestage et de stockage plus grandes à cette échelle).

Tout s'est passé comme si la gestion automatisée des réseaux d'assainissement consacrait à la fois la réalité et le symbole d'une nouvelle solidarité départementale en donnant l'occasion de gérer de façon moderne et efficace un réseau commun.

L'innovation est donc apparue en Seine Saint-Denis en réponse à un problème aigu, dans un contexte physique particulier imposant des contraintes techniques, et suite à une occasion qui a été saisie. Cela n'a pu se faire que sous l'impulsion d'acteurs dont le rôle apparaît essentiel dans le développement de la diffusion de l'innovation.

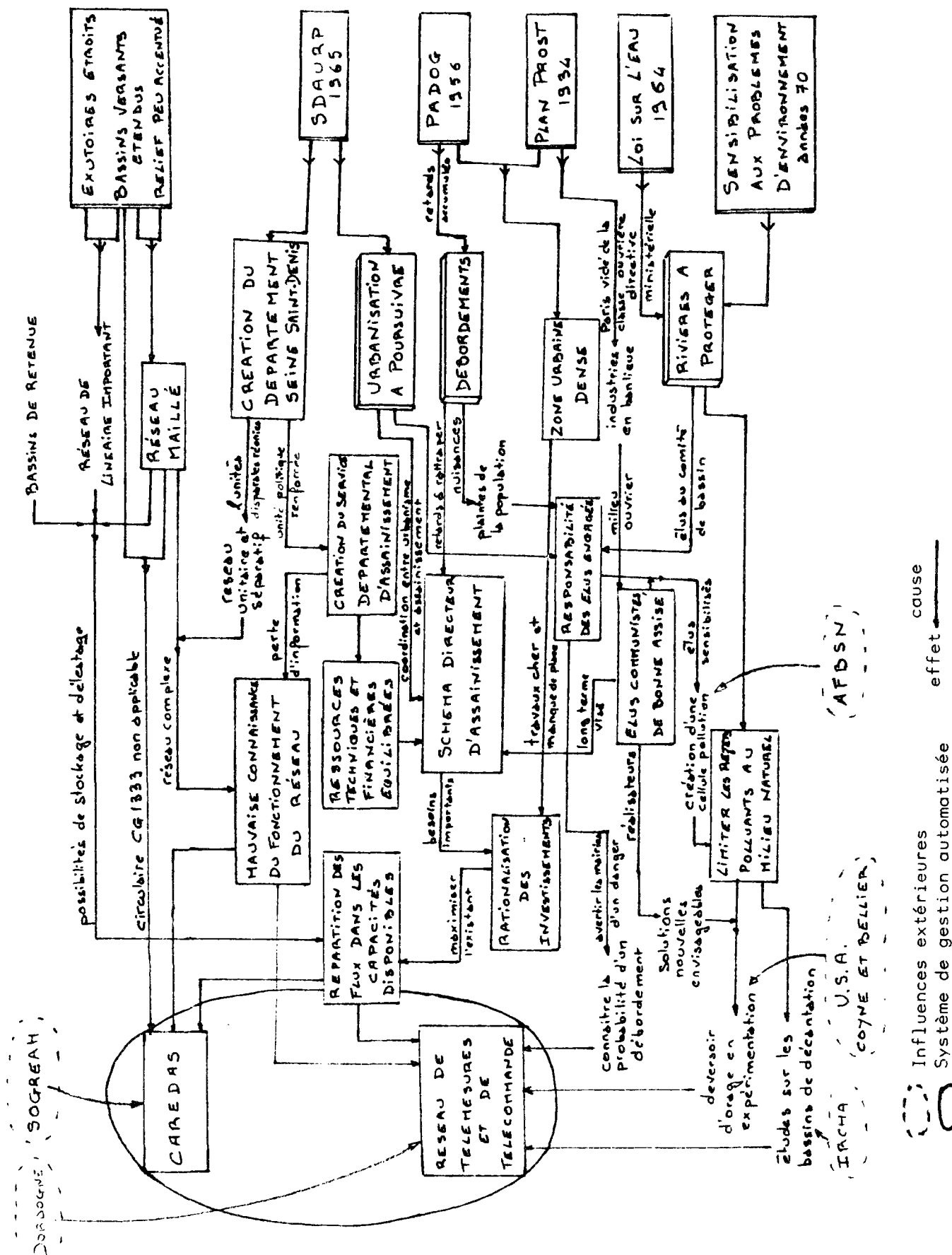
On citera:

- La prise de conscience de la part des élus des problèmes à résoudre, et leur volonté qui s'est traduite par des moyens d'action à une échelle départementale. Ils ont fait preuve de souplesse tant sur le plan financier que sur celui du recrutement du personnel (cf. historique). Le service a pu se doter de personnes hautement qualifiées. Les élus ont laissé les techniciens choisir une solution moderne et leur ont fait confiance tout au long du développement du système.

Remarque: la couleur politique des élus et leur bonne assise sont des facteurs qui ont influencé l'émergence de l'innovation, mais il est difficile de mesurer leur importance par rapport aux autres. Le caractère systémique de la démonstration fait que c'est l'ensemble des facteurs cités qui ont permis cette émergence (cf. figure 9). Nous estimons cependant que ces facteurs ne sont pas indispensables à la diffusion de l'innovation. Nous pensons que si l'innovation n'a pas émergé dans le Val de Marne ou les Hauts de Seine, c'est sans doute parce que ces départements ne se trouvaient pas dans la même situation

politique, mais aussi parce qu'ils ne présentaient pas, à cette époque, les autres caractéristiques évoquées pour la Seine Saint-Denis (débordements fréquents, contexte physique difficile face à l'évacuation gravitaire immédiate des eaux). Néanmoins, nous verrons que l'innovation se diffuse actuellement chez eux (cf. 2ème partie).

- Le dynamisme dont ont fait preuve les techniciens pour attaquer les problèmes de gestion des réseaux d'assainissement sous un angle peu ordinaire. Ils ont introduit de nouvelles disciplines au sein d'un service d'assainissement. Cela s'est traduit par une approche nouvelle des problèmes. On a cherché à les résoudre non pas sous l'angle habituel du génie civil ou de l'hydraulique classique mais sous celui de l'hydrologie et de la systémique. Une démarche intellectuelle nouvelle a été créée et s'est poursuivie.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA PREMIERE PARTIE - CHAPITRE III -

- (1) DEPARTEMENT DE SEINE St DENIS - 2e Session extraordinaire de 1971 -
 Discours du Conseil Général du 18 Juin 1971 -
 "Questions relatives aux dégats causés par les orages du 13 Mai
 1971" -

- (2) DDE 93.A03 - PREPARATION DU VIIe PLAN -
 "Constat du VIe plan" -

- (3) FAUDRY D.
 "La crise et l'épuration de la pollution urbaine de l'eau" -
 Rapport IREP - CEPS -
 Colloque "Les politiques de l'environnement face à la crise" -
 Janvier 1984 -

- (4) ALDUY J.P. DAGNAUD M.
 "La Ve république et l'aménagement de la région parisienne" -
 Extraits résumés du rapport final de recherche -
 IAURIF - Mai 1978 -

- (5) BASTIE J.
 "La croissance de la banlieue parisienne"
 Ed. PUF - 1964

- (6) FOATA R.
 "Le pouvoir souverain du département. Enquête : décentralisation en
 Seine St Denis"
 in DIAGONAL n° 47 - Décembre 1983

- (7) PLATONE F.
 "L'implantation municipale du parti communiste français dans la Seine
 et sa conception de l'administration communale"
 FNSP - Cycle supérieur d'études politiques
 Paris 1967

- (8) PASQUIER G.
"Prix des terrains en zone industrielle"
IAURIF - Note d'information
Novembre 1972
- (9) MARCHAND A. BENOIT F.
"Lutte contre les inondations dans le district urbain de Nancy.
Emissaires et bassins de rétention"
in T.S.M. L'EAU n° 12 - 76e année
Décembre 1981
- (10) DDE 93.A03 - Rapport au CONSEIL GENERAL 3e COMMISSION n° 71.426
- (11) DDE 93.A03
MARCHE DE GRE A GRE PASSE ENTRE LE DEPARTEMENT ET SOGREAH
1972
- (12) PRONIER R.
"Les municipalités communistes - Bilan de 30 années de gestion"
Ed. BALLAND - 1983
- (13) DEPARTEMENT DE SEINE St DENIS - CONSEIL GENERAL - Rapport spécial du
président
Bilan d'activité - 1982
- (14) LESQUEF M.
"Incidence de la pluie et des eaux de ruissellement sur la qualité des
eaux superficielles"
AFBSN - Division Pollution
Mars 1978
- (15) DEPARTEMENT DE SEINE St DENIS - 2e session extraordinaire de 1971 -
Discours du Conseil Général du 18 Juin 1971
"Avis sur le projet du livre blanc du bassin Seine Normandie"

- (16) LANCELOT B.
 "L'audition publique, un nouvel outil de participation"
 Mémoire du DEA en Sciences et Techniques de l'Environnement
 Juin 1982 - UPVM ENPC (CERGRENE)

- (17) DEPARTEMENT DE SEINE St DENIS - Rapport du CONSEIL GENERAL du
 9 Novembre 1973
 Débat sur les problèmes de pollution

- (18) "Le Monde" du 15 Décembre 1978 - p. 36

- (19) AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE
 "Le traitement des eaux pluviales - Aperçu des expériences réalisées
 aux U.S.A."
 Rapport de synthèse - Juin 1977

2ème PARTIE

DIFFUSION DE LA GESTION AUTOMATISEE
DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT EN FRANCE

2ème PARTIE

DIFFUSION DE LA GESTION AUTOMATISEE
DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT EN FRANCE

INTRODUCTION

Dans la première partie, nous avons décrit la façon dont la gestion automatisée était née en Seine Saint-Denis il y a une dizaine d'années. Il est apparu qu'elle est issue de conditions locales bien particulières, où se cumulent une urbanisation très rapide, des conditions physiques difficiles et un cadre politico-institutionnel spécifique.

On pourrait donc s'attendre à ce que la gestion automatisée des réseaux d'assainissement soit restée une innovation purement locale, limitée au seul département de la Seine Saint-Denis. Or il n'en est rien. Actuellement les expériences se multiplient et tout se passe comme si un processus de diffusion de l'innovation était engagé.

Nous allons donc examiner ce processus et le caractériser.

Nous allons tout d'abord présenter la situation de la gestion automatisée en France à l'heure actuelle.

Nous évoquerons ensuite les éléments qui favorisent la diffusion de cette technique.

CHAPITRE I

DESCRIPTION DES SYSTEMES DE GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX
D'ASSAINISSEMENT EXISTANT EN FRANCE A L'HEURE ACTUELLE

Afin d'évaluer la diffusion de cette technique existante à l'heure actuelle, nous avons enquêté auprès de collectivités qui ont un projet de gestion automatisée en cours ou à l'étude.

L'échantillon de collectivités auprès desquelles nous avons mené notre enquête représente plus des deux tiers de l'ensemble des expériences actuellement en cours en France. Les terrains d'enquêtes ont été choisis à partir des expériences dont nous avons connaissance suite aux réunions du groupe de travail STU (Val de Marne, Bordeaux, Nancy, Nice, Toulouse, Caen), aux rencontres effectuées lors de stages de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (La Baule), aux journées d'études organisées par cette même école en décembre 83 sur le thème de "l'informatique et l'exploitation des réseaux d'assainissement", qui rassemblaient la plupart des collectivités locales françaises intéressées. Lors de ces journées, certaines des collectivités présentaient leur propre expérience (Hauts de Seine, Bordeaux, Nancy, Arras, Seine Saint-Denis), d'autres venaient quérir de l'information. Nous nous sommes rendus compte qu'il n'existait pas d'expériences strictement semblables à celles de la Seine Saint-Denis, mais par contre des éléments étaient similaires.

Considérant alors que nous appellerions "gestion automatisée des réseaux d'assainissement" tout système rentrant dans le cadre de nos définitions données en introduction, nous sommes allés sur le terrain armés d'un questionnaire identique pour chacune des collectivités (cf.annexe 6), afin d'évaluer ce qui se faisait ou était susceptible de se faire dans le cadre d'une gestion automatisée, et d'en connaître les causes.

Les collectivités qui ont constituées notre échantillon sont:

Les départements des Hauts de Seine et du Val de Marne, le SIAAP, les communautés urbaines de Bordeaux, Lyon, Lille, les districts de Nancy, Arras, les syndicats intercommunaux de Nantes (Nord de la Loire), La Baule, La Vallée de l'Orge, les villes de Toulouse, Nice, Caen, Marseille, Rennes, Saint-Malo, Le Havre, Orléans, Aulnay sous Bois (cf. carte n°8).

Nous les avons choisies de manière à obtenir un échantillon diversifié sur le plan hydrographique et régional d'une part, et sur le plan de l'institution maître d'ouvrage et du mode juridique de gestion d'autre part.

L'enquête a immédiatement montré que la diffusion de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement dans les différentes collectivités ne correspondait pas à la transposition pure et simple du modèle de Seine Saint-Denis.

Au contraire, nous avons rencontré une très grande variété de situations et de techniques susceptibles d'être mises en oeuvre (certains projets sont en cours de réalisation c'est à dire que le matériel est acquis et se met en place, d'autres ne sont qu'à l'étude): systèmes simples d'aide à l'exploitation classique "statiques", s'opposant à des systèmes de gestion "dynamique" des flux hydrauliques, ou systèmes de contrôle d'un organe de régulation (automatisme local) s'opposant aux systèmes basés sur la recherche d'une stratégie optimale sur un ensemble de points de contrôle (gestion centralisée).

La première question posée est donc celle de la réalité d'une diffusion de l'innovation existante en Seine Saint-Denis. Peut-on encore parler de la diffusion de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement à partir de l'origine Seine Saint-Denis?

Pour répondre à cette question nous avons procédé à une typologie des cas rencontrés sur le terrain de façon à faire apparaître d'éventuels regroupements ou lignes de force. Pour ce faire, nous nous sommes aidés des réflexions de praticiens et chercheurs avec lesquels nous avons de fréquents contacts (à l'occasion entre autre des réunions du groupe de travail STU sur

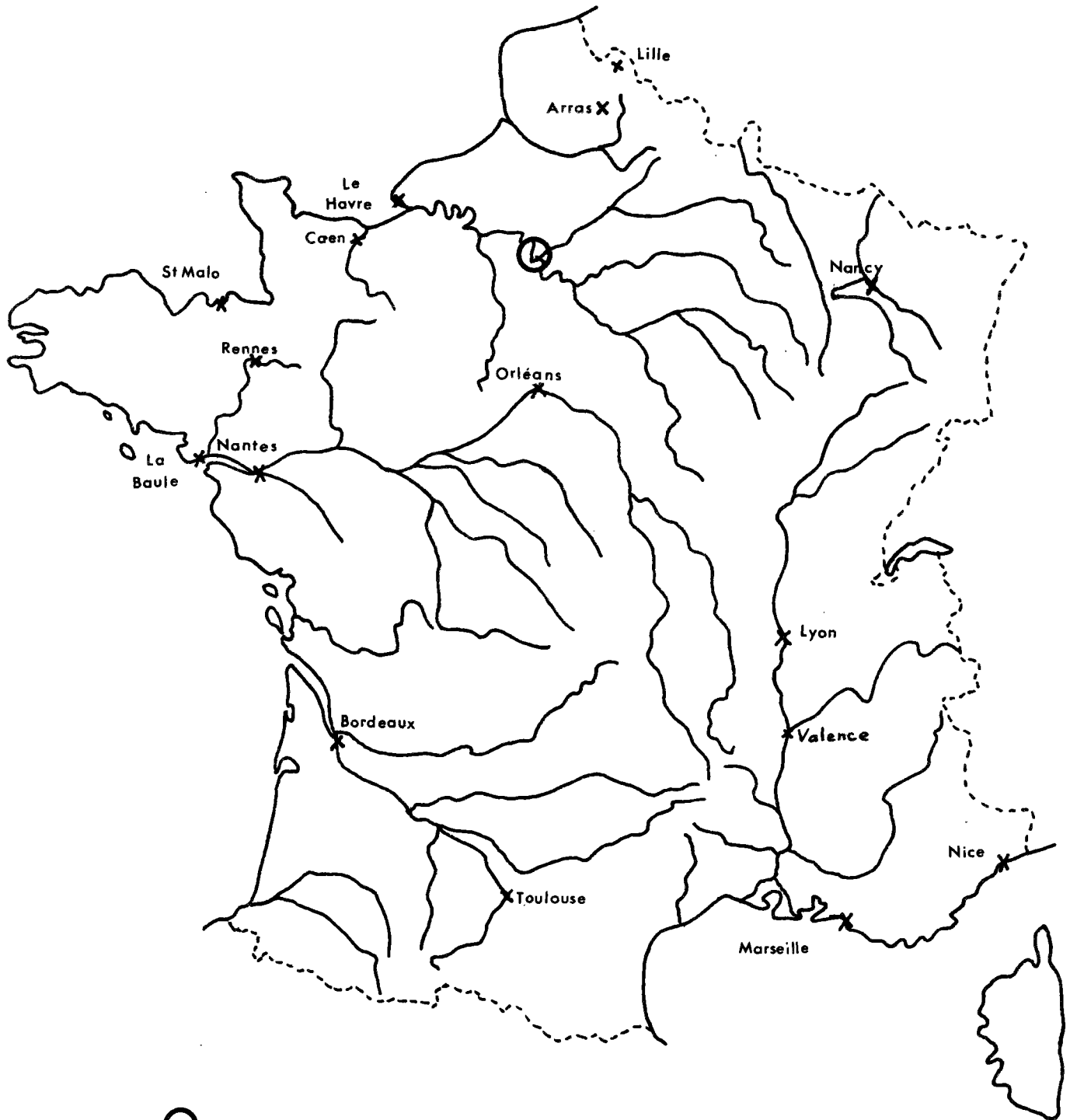
ce thème de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement).

Deux critères fondamentaux ont été retenus pour pouvoir rendre compte des différents types de gestion automatisée existants ou susceptibles de l'être:

- les objectifs poursuivis par les "gestionnaires de l'assainissement" lors de l'automatisation,
- les modes techniques mis en oeuvre

C'est sur la base de ces deux critères que nous présenterons ci-après les cas étudiés dans notre enquête.

CARTE N°8



Région Parisienne: SIAAP, Seine Saint-Denis, Val de Marne, Hauts de Seine,

Vallée de l'Orge, Aulnay sous Bois

TERRAINS D'ENQUETE

A/ CLASSIFICATION DES SYSTEMES DE GESTION AUTOMATISEE PAR OBJECTIFS POURSUIVIS EN MATIERE DE GESTION DE RESEAUX

Aux objectifs poursuivis correspondent différents niveaux d'actions possibles sur le réseau quelques soient les moyens techniques d'automatisation utilisés.

1/ Aide à l'exploitation classique

Ces systèmes de gestion automatisée ne permettent pas d'actions possibles sur les flux hydrauliques. Un équipement électronique aide à la connaissance du fonctionnement et de l'état physique du réseau et des ouvrages spéciaux en temps réel.

- a) Téledétections d'apports parasites (mauvais branchements, infiltration de nappes, refoulement des rivières ou de la mer dans le réseau...).

Avantage: permet de contrôler le bon fonctionnement du réseau et de pénaliser ou de réparer en cas d'apports en sus (ce système peut avoir un caractère provisoire).

Collectivités appliquant ce système : Syndicat de l'Orge, Caen, Aulnay-sous-Bois.

Projets en cours: Lyon, La Baule.

- b) Télésurveillance du fonctionnement des organes électromécaniques (pompes, vannes, siphons, dégrilleurs...).

Avantage : permet d'être averti instantanément d'une panne directement au central, donc d'intervenir rapidement pour réparer, ce qui améliore la

fiabilité du réseau et diminue le rythme des visites systématiques de surveillance sur le terrain. Dans certains cas cela peut permettre de réduire le personnel d'astreinte (si ce système est couplé avec l'organisation d'astreinte d'un autre système de télésurveillance comme celui de la station d'épuration ou de distribution de l'eau potable). Il y a dans ce cas, une nouvelle répartition des tâches. Un réenclenchement à distance des disjoncteurs est possible.

Collectivités appliquant ce système : Bordeaux, Toulouse, Nice, Hauts de Seine, Seine Saint-Denis, Caen, La Baule, Orléans.

Projets à l'étude: Marseille, Lille, Rennes, Nantes, SIAAP, Nancy, Le Havre, Val de Marne.

c) programmation du fonctionnement des pompes.

Avantage : cela permet de réaliser des économies sur le coût de l'énergie. La programmation est effectuée suivant l'heure, la saison, les marées, de manière à ce que les pompes fonctionnent le plus possible pendant les heures de tarifs réduits d'EDF (événements périodiques mais non aléatoires), mais elle ne tient pas compte de ce qui se passe en temps réel.

Collectivité appliquant ce système : Nantes.

Projet en cours : St Malo, Lille, Seine Saint-Denis, Nancy.

d) Aide à la planification de l'entretien (réparations, curage...).

Avantage : une planification rigoureuse peut éviter d'attendre que le mal n'arrive (engorgement de réseau, fuites, pannes, cassures...). Le fonctionnement du réseau est donc amélioré et le nombre des interventions d'urgence peut diminuer.

Or pour une collectivité territoriale de grande taille, cette planification demande un nombre important d'informations (carnets de visite, fichier des pièces détachées disponibles, connaissance physique des ouvrages et de leur état, statistiques des interventions, rendements, consommations) qui doivent être en permanence triées, sélectionnées, associées, exploitées... "La capacité humaine à les traiter est parfois dépassée et l'informatique est

le seul instrument qui soit compatible avec leur nombre"(1). Un système type CAO par exemple peut servir d'aide à la décision pour le remplacement d'un tronçon, un renforcement, des pièces à changer... "Il constitue une source unique d'information exploitable selon les besoins de chacun"(2), (archivage informatisé).

Collectivité appliquant ce système : Toulouse.

Projets en cours : Aulnay-sous-Bois, Lyon, Rennes, Seine Saint-Denis, Arras, Nancy.

e) Visualisation régulière de la disponibilité hydraulique du réseau (travaux en cours, tronçons déviés...).

Avantage : améliore la sécurité du personnel en intervention dans les collecteurs, ainsi que la fiabilité du fonctionnement du réseau hors période de crise (beaucoup de vannes automatisées ou manuelles restent en position de by-pass alors que le collecteur est à nouveau en état de service...).

En effet, la visualisation régulière de l'état de fonctionnement du réseau par simulation en période de temps sec (modèle d'écoulement statique + position d'ouverture des vannes) aide à prévoir les priorités d'intervention et les risques pris pour chacune d'entre elles. Par exemple on mettra plus facilement au chômage un collecteur principal si l'on sait que le risque pris n'est pas trop grand (période où il y a peu de chance qu'arrive un événement de crise). Cette simulation aide à déterminer les zones d'influence de manoeuvre des vannes, à en déduire celles qui sont fondamentales selon notamment les risques encourus par le personnel en intervention (3), elle permet également de détecter les zones d'insuffisance. Elle se couple avec la surveillance de la position des vannes, barrages à poutrelles, portes à flots, assurant ainsi un contrôle suivi du circuit des eaux de temps sec.

Collectivité appliquant ce système: Seine Saint-Denis (système de conduite immédiate).

Remarque : on pourrait rajouter un niveau d'action qui serait le suivi continu de la qualité des eaux collectées, transportées et rejetées. Cela permettrait également d'améliorer la sécurité du personnel en égout, de détecter l'arrivée d'eaux parasites (perturbant le bon fonctionnement de la station) et de s'assurer que l'on ne met pas en

danger la qualité du milieu récepteur. Mais à l'heure actuelle, il n'existe pas de capteurs fiables mesurant en continu les paramètres classiques de détermination de la qualité des eaux (DBO5, DCO, MES...)

2/ Amélioration de la qualité du milieu récepteur

Un réseau d'assainissement a pour vocation d'évacuer les eaux usées et pluviales d'une zone urbanisée mais sans pour autant mettre en danger la qualité du milieu récepteur.

Pour cela on a construit depuis une quinzaine d'années des stations d'épuration situées en bout de chaîne d'un réseau de collecte "eaux usées" afin de recevoir les eaux polluées et les traiter avant de les rejeter au milieu naturel. En système unitaire, théoriquement les réseaux sont conçus de telle sorte que le mélange eaux usées/eaux pluviales est rejeté au milieu naturel (déversoirs d'orage), dès que le débit atteint trois fois celui de temps sec (4) (en réalité le rapport varie de 1 à 8). En système séparatif, les eaux usées sont envoyées à la station d'épuration tandis que les eaux pluviales sont directement rejetées au milieu naturel (via les collecteurs d'eaux pluviales).

Cependant on s'est rendu compte que les stations d'épuration n'assuraient pas suffisamment bien leur rôle de protection du milieu naturel et cela en grande partie à cause de la collecte (5):

- les erreurs de conception fréquentes entraînent des mélanges eaux usées et pluviales en système séparatif ou des déversements abusifs au niveau des déversoirs d'orage (seuils fixes) en système unitaire.

- les eaux pluviales peuvent véhiculer des charges polluantes élevées. Des études récentes l'ont montré (6) (7).

La pluie est ainsi perturbatrice par les pointes de pollution qu'elle inflige au milieu naturel après lessivage des villes. Les figures ci-dessous nous indiquent que les taux de DBO5, DCO et MES peuvent atteindre de valeurs très élevées lors de la première pointe de débit.

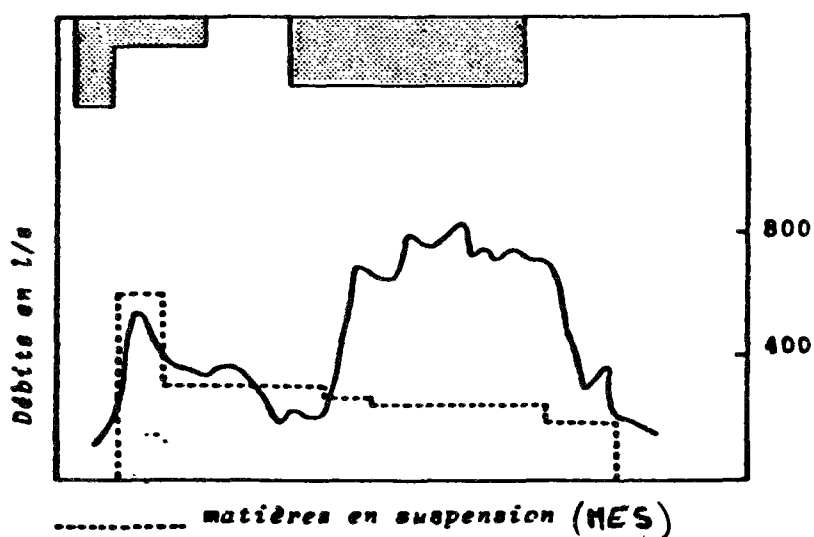
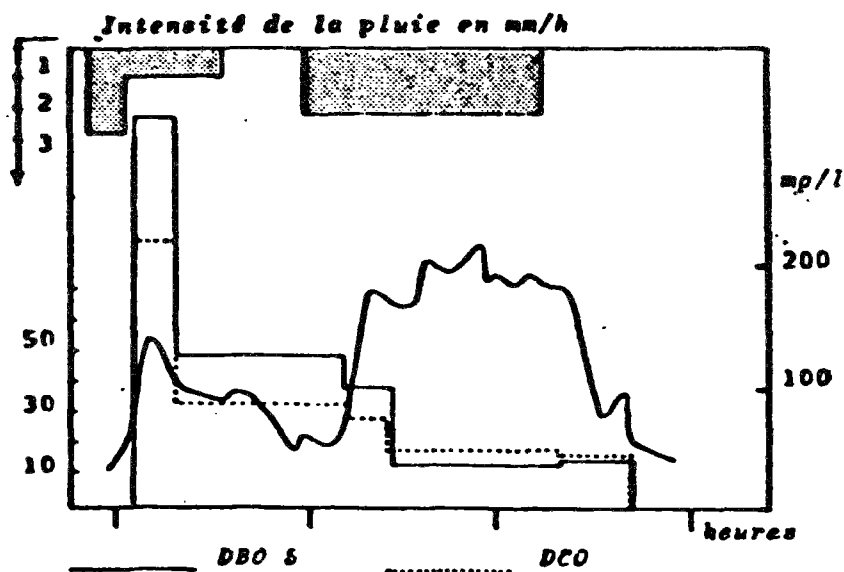


Fig.10 et 11 - Hydrogramme, hydrogramme et diagrammes de pollution.
Crué du 28 décembre 1978 sur le bassin de Mantes-la-Ville.

La difficulté est qu'il faut faire face à 2 types de flux polluants qui se superposent: l'un correspondant au rejet d'eau distribuée qui a des pulsations régulières et connues, l'autre correspondant aux eaux pluviales qui est aléatoire et dont le taux de pollution est extrêmement variable (8).

Trois niveaux d'action sont possibles sur le réseau par un système de gestion automatisée maîtrisant le fonctionnement du réseau dans le but d'améliorer la qualité du milieu récepteur :

- contrôle des déversements (dérivation des eaux de petite pluie, et déversoirs d'orage à seuil variable)
- stockage des eaux en bassin (décantation ou surverse)
- régulation des apports de charges polluantes à la station d'épuration (écrêtement des pointes de débit d'eaux claires).

a) Contrôle des déversements au milieu naturel

Avantage : permet de réduire la fréquence des déversements et donc d'apporter le maximum de pollution à la station.

Cela peut se faire de deux manières suivant le type de réseau :

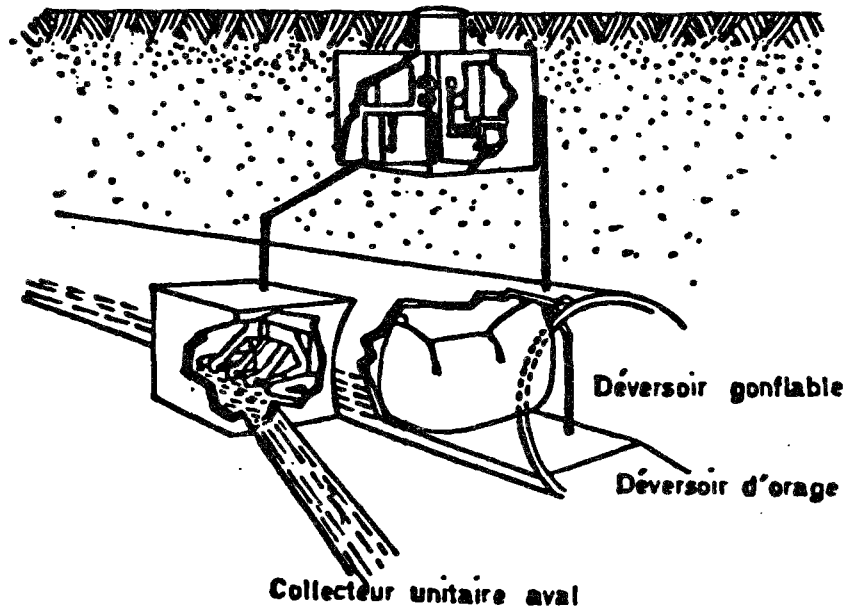
- système séparatif: dérivation des eaux usées parasites et de petites pluies vers le réseau d'eaux usées au niveau de points de connexion précis, au moyen de dispositifs de reprise des eaux polluées de temps sec des collecteurs pluviaux.

Les eaux parasites et les eaux de premières pluies du réseau pluvial sont ainsi traitées sans risque de surcharger le réseau d'eaux usées grâce à un système de télésurveillance et de télécommande faisant cesser cette reprise en période de crise.

Collectivité appliquant ce système : Seine Saint-Denis

- système unitaire : télécontrôle du fonctionnement des déversoirs d'orage en période de pointe de débits de temps sec et en période de crise.

Les déversoirs dans ce cas sont à seuils variables et ne fonctionnent que dans le cas où le collecteur d'apport unitaire risque d'être saturé (cf. figure 12).



**Fig.12 :CHAMBRE DE DÉVERSEMENT AVEC
DÉVERSOIR GONFLABLE.**

Source: Plan d'adaptation de Seine St Denis 1975 (op. cit)

Ce système permet également de hiérarchiser les déversements dans le cas où il est nécessaire de déverser mais pas obligatoirement partout.

Collectivités appliquant ce système : Seine Saint-Denis, Val de Marne, Hauts de Seine, Nice,.

Projets à l'étude: Marseille, Nantes, St Malo, Rennes, Caen, Arras.

b) Utilisation de bassins de retenue

Avantage : ces bassins sont des retenues de plusieurs hectares qui peuvent se trouver:

- soit sur un réseau d'eaux pluviales et dans ce cas ils permettent aux eaux de décantier, ce qui peut améliorer relativement rapidement et d'une façon non négligeable la qualité des eaux: sur un point de mesure en Seine Saint-Denis, "des mesures de décantabilité des eaux pluviales ont montré que sur des durées assez courtes (1/2 heure à 2 heures) on pouvait réduire la concentration des MES de plus de 80%, les demandes en oxygène de 60 à 80%, les teneurs en métaux lourds de plus de 60%"(9). Ces bassins servent également

généralement à écrêter les pointes de débits d'eaux pluviales, ce qui complique leurs règles de gestion, car les impératifs liés à la lutte contre la pollution sont contradictoires avec ceux de la lutte contre les inondations (3) (cf. plus loin).

Collectivité appliquant ce système : Seine Saint-Denis.

Projet à l'étude : St Malo.

Remarque: en réalité tous les bassins de retenue limitent la pollution rejetée au milieu receptr, même s'ils n'ont pas été calculés pour cela.

- soit en surverse du réseau unitaire. Cette fois les bassins reçoivent des eaux usées diluées et permettent d'attendre que passe la pointe de débit sur le réseau usé au moment d'un orage. Ces eaux sont réinjectées dans les collecteurs par la suite, sans saturer le réseau (cf. figure 13).

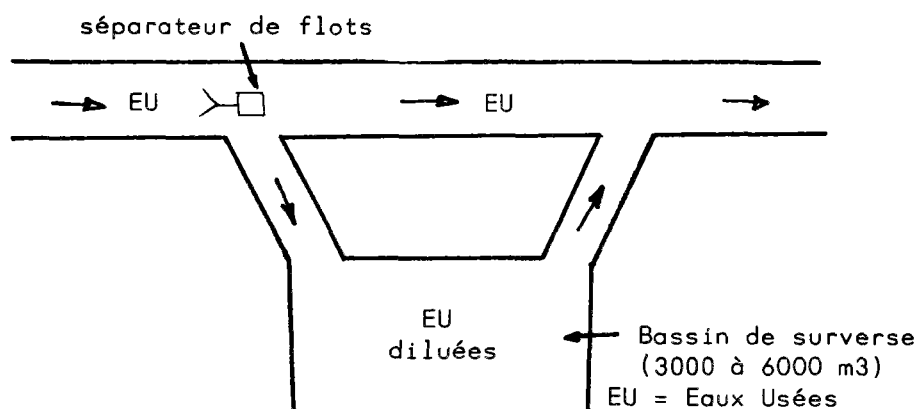


Fig. 13 - Un bassin de surverse

Ces bassins permettent également de réguler les débits des eaux de temps sec arrivant à la station d'épuration (élimination des pointes de débits de temps sec).

Projets à l'étude : Lille, Le Havre, Rennes, SIAAP.

Remarque: sauf exception, ces bassins destinés à protéger l'exutoire naturel ne sont donc pas conçus pour réduire les dimensions des collecteurs. Ils ne permettent donc pas de réduire les coûts d'investissements (cf. facteurs internes chap.II).

c) Régulation des apports de charge polluante à la station d'épuration

Avantage: permet d'améliorer l'efficacité de la station d'épuration qui est fortement liée à l'amplitude des variations de concentrations des matières polluantes amenées par le réseau. Lorsque les polluants sont trop dilués, la station d'épuration n'est plus à même de les extraire.

Pour améliorer cette efficacité on peut intervenir de deux façons:

- en contrôlant les arrivées d'eaux claires dans le réseau d'eaux usées (eaux parasites).
- en délestant et en stockant les eaux de manière à faire arriver en premier les eaux les plus chargées à la station au cas où elle serait saturée et ne pourrait tout absorber (cf. paragraphe précédent).

Ces deux interventions peuvent d'ailleurs se coupler. Cependant cet objectif est à l'heure actuelle difficilement réalisable car il n'existe pas sur le marché de détecteur instantané de qualité des eaux. Des recherches sont en cours sur la mise au point de tel détecteur (SIAPP, Seine Saint-Denis). Mais en attendant, on extrapole les paramètres de qualité avec ceux de quantité.

Projet à l'étude : La Baule, SIAPP, Nice, Rennes, Seine Saint-Denis, Arras, Orge.

3/ Lutte contre les débordements de réseau

L'équipement des agglomérations en réseau d'assainissement est ancien. Il a été conçu en fonction d'une urbanisation et d'un mode de vie qui ont considérablement évolué depuis :

- accroissement démographique qui s'est traduit par une concentration d'activités en centre ville et par une extension de l'urbanisation en périphérie. Les écoulements sont ainsi ramenés vers le centre où les capacités deviennent insuffisantes,
- développement de l'usage de la voiture qui nécessite des surfaces revêtues de plus en plus grandes (parkings,..) d'où une plus grande imper-

- développement de l'usage de la voiture qui nécessite des surfaces revêtues de plus en plus grandes (parkings,..) d'où une plus grande imperméabilisation des sols,
- canalisations des eaux provenant des toitures et des chaussées diminuant les temps de ruissellement et de concentration aux différents points du réseau. Les pointes de crue sont 2 à 8 fois plus fortes dans les villes qu'à la campagne (8), (cf. figure 14).

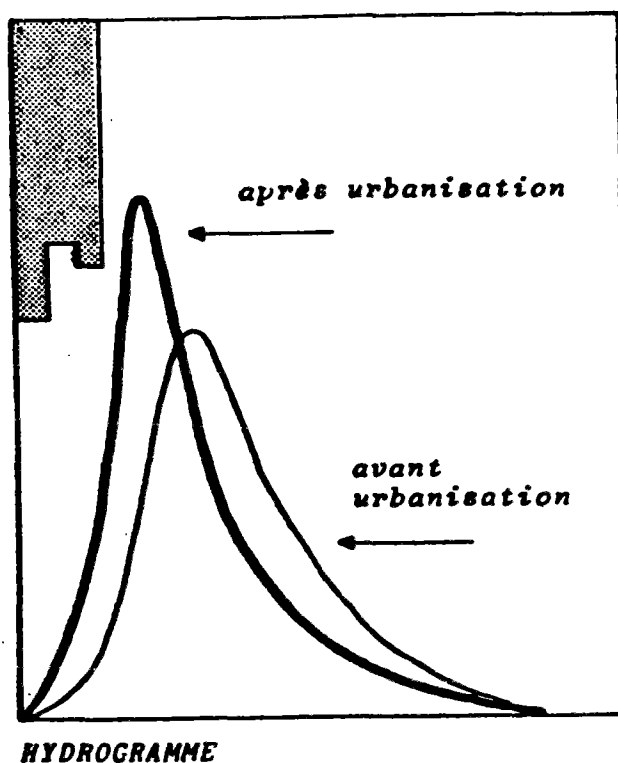
HYETOGRAMME

Fig. 14 Effet de l'urbanisation sur l'hydrogramme de crue

Source: M. DACHARRY (8)

- couverture des cours d'eau en site urbain sans augmentation de gabarits tout en augmentant leur vitesse d'écoulement, ce qui diminue les temps de concentration des eaux et peut conduire à des collecteurs d'eaux pluviales mal dimensionnés,
- augmentation des besoins en eau donc des rejets d'eaux usées.

La durée de vie d'un réseau est estimée à 50 ans tandis que les plans d'urbanisme sont faits sur 10 ou 20 ans. Il existe souvent une inadéquation entre plans d'urbanisme et de conception des réseaux.

Les désordres de fonctionnement provoquent des débordements de plus en plus fréquents. Or justement, ceux-ci sont de moins en moins bien tolérés ce qui exige que des mesures soient prises pour y remédier.

Il se trouve que les centres villes sont généralement saturés au niveau du sous-sol. Des possibilités de renforcement du réseau tel qu'il puisse absorber les eaux de toute l'agglomération, deviennent de plus en plus difficiles faute de place, et surtout coûtent très cher.

C'est pourquoi l'on pense aujourd'hui utiliser au mieux les capacités existantes et optimiser leur fonctionnement grâce à un système de gestion automatisée.

Pour cela on peut jouer sur plusieurs possibilités des réseaux d'assainissement : les bassins de retenue (cf.figure 15), les points de délestage, la vitesse d'écoulement des eaux et les entrées d'eaux parasites (pompes de marées ou de crues).



Fig. 15 *Un bassin d'orage
particulièrement attractif*

Source: SECRETARIAT GENERAL DU GROUPE DES VILLES NOUVELLES
"Approche écologique des retenues d'eaux pluviales"

a) Contrôle des stockages en bassin

Avantage : optimisation de la capacité du bassin de stockage en laissant se vider le bassin tant que l'aval est disponible (contrôle de son niveau de saturation) de manière à pouvoir absorber les pointes de débit qui vont se suivre et maximiser ainsi la disponibilité du bassin .

Collectivités appliquant ce système : Seine Saint-Denis (cf. figures 3 et 4, 1ère partie), Bordeaux, Nancy.

Projets à l'étude: St Malo, Arras, Vallée de l'Orge, Val de Marne.

b) Contrôle des points de délestage

Avantage : permet d'utiliser au maximum les collecteurs disponibles inégalement sollicités lors d'un orage. Pour cela il suffit de dévier les eaux vers les collecteurs vides (sachant qu'ils le resteront) en utilisant les points de maillage et de délestage.

Collectivités appliquant ce système : Seine Saint-Denis.

Projets à l'étude: Bordeaux, Arras, Val de Marne, Nancy, Nice.

Mais ces déviations ne sont possibles que si l'on modifie la structure du réseau en créant des noeuds de maillage. De plus il semblerait que dans certains cas cette méthode fasse peu gagner en capacité par rapport au risque pris. La difficulté est en effet de ne pas excéder la capacité d'évacuation du collecteur de délestage, donc de pouvoir calculer rapidement en temps réel une valeur précise du débit à transiter dans ce collecteur tenant compte de la variabilité des débits amont. Or la marge de manoeuvre est très étroite s'il n'y a pas de capacités de stockage annexes (9). C'est pourquoi ce mode de contrôle est actuellement remis en cause en Seine Saint-Denis.

c) Contrôle des vitesses d'écoulement (macromolécules, débits de pompage)

Avantage : permet de jouer sur différents flux de manière à ne pas les faire arriver tous en même temps au même endroit lorsqu'il y a risque de saturation.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées :

- intrusion de macromolécules dans le réseau, qui accélèrent la vitesse de l'eau (diminution des frottements). Des expériences sont en cours en Seine Saint-Denis à ce propos.

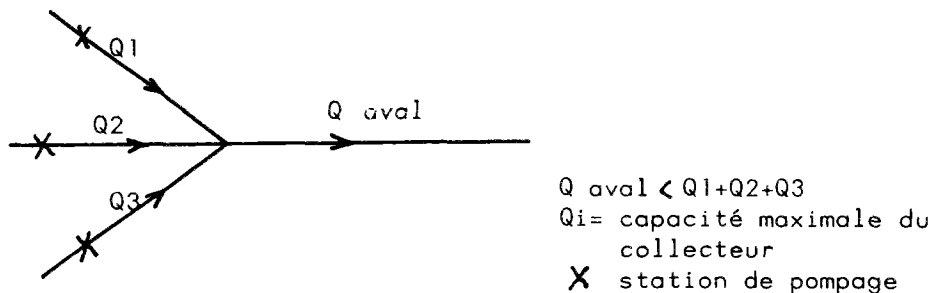
- synchronisation et régulation des débits de pompage en fonction des différents apports possibles et du niveau aval (rivière en crue, marée haute). Une gestion plus fine des pompes à l'aide d'un micro-ordinateur (débit variable), permet d'éviter les battements de hauteur d'eau dans la bêche.

Projets à l'étude:

- . Le Havre, Lille, Arras, Marseille, Nancy : Relevage des eaux vers la station d'épuration en fonction de son degré de saturation, de manière à ne pas relever des eaux qui seront rejetées plus loin (ce système est couplé avec le contrôle des déversements).

- . St Malo : Couplage du fonctionnement de la station de pompage (en bout de chaîne) avec le stockage en bassin en fonction du niveau de la mer de manière à s'assurer que tout le volume d'eau pourra être rejeté.

- . La Baule : Synchronisation du fonctionnement de plusieurs pompes en parallèle de manière à ce que le collecteur aval puisse tout absorber.



- .Caen, Nice, Lyon, Hauts de Seine : augmentation du débit des pompes de crue en fonction de l'importance du ruissellement lors d'un orage et du niveau de l'exutoire naturel (marée haute ou rivière en crue).

Nous venons de présenter un certain nombre d'actions qui peuvent être engagées avec un système de gestion automatisée s'appuyant sur les différents organes d'un réseau (déversoirs d'orage, bassins, pompes) en fonction d'un objectif à poursuivre. Il est bien évident qu'un système peut s'appliquer à la

fois sur plusieurs de ces organes (contrôle des déversements couplé à celui du stockage en bassin etc...). De même que plusieurs objectifs peuvent être visés en même temps, ce qui impose quelquefois des règles de gestion complexes du fait d'objectifs contradictoires comme par exemple la gestion d'un bassin "eaux pluviales" destiné à la fois à lutter contre la pollution du milieu récepteur et à écrêter les pointes de débit par temps de pluie: il faut laisser le temps aux eaux de décanter, tout en gardant des capacités disponibles au cas où un gros orage viendrait à saturer le réseau (la première pointe de l'hydrogramme, généralement la plus polluée n'étant pas forcément la plus forte)(10) (cf. figures 10 et 11).

On remarquera que le premier objectif s'intègre dans les deux autres c'est à dire que les actions menées peuvent servir à améliorer la qualité du milieu récepteur ou à lutter contre les débordements, mais nous l'avons distingué car les moyens engagés par une telle gestion automatisée ne permettent en aucun cas une action quelconque en temps réel sur les flux hydrauliques (pas de maîtrise des écoulements). C'est ce que nous appellerons une gestion automatisée statique, à caractère fortement déterministe. Les règles de gestion sont indépendantes d'un évènement pluvieux isolé (11)(consignes fixes). Par contre les deux autres objectifs sont atteints par des systèmes de gestion dynamique où le contrôle des flux est nécessaire. Le réseau s'adapte à une situation donnée provoquée par un évènement aléatoire. C'est ce phénomène qui constitue la réelle nouveauté apportée par une gestion automatisée, car il impose une nouvelle démarche intellectuelle vis à vis de la gestion d'un réseau: on ne reste plus passif devant un évènement (quantitatif ou qualitatif), on cherche à le maîtriser grâce à des interventions en temps réel, au moment où les conséquences de l'évènement se font sentir sur le réseau.

On remarquera, d'après notre tableau récapitulatif (cf. tableau n°6), que la Seine Saint-Denis est la seule collectivité qui s'appuie sur l'ensemble des disponibilités du réseau pour mettre en application une gestion automatisée visant les trois objectifs. Si toutes les collectivités visent le premier objectif (cf. figure 16) par contre trois d'entre-elles ne visent que cet objectif dans l'immédiat (Toulouse, Orléans, Aulnay-sous-Bois), ce qui est très faible et prouve que la plupart des collectivités recherchent une gestion automatisée dynamique. Parmi les 18 collectivités visant des objectifs de gestion automatisée dynamique, 4 ne visent que l'objectif pollution (SIAAP,

Nantes, Rennes, Marseille) et 3 ne visent que l'objectif débordements (Lyon, Bordeaux, Nancy) ce qui revient à dire que 11 collectivités sur les 21 étudiées visent, par un système de gestion automatisée, l'ensemble des 3 objectifs que nous avons décelés. Les tendances s'équilibrent, et on ne peut pas dire qu'une gestion automatisée réponde plus à un objectif qu'à un autre.

Signalons dans notre échantillon 2 cas particuliers: Aulnay-Sous-Bois et le SIAAP. Le premier est une commune de Seine Saint-Denis et n'a donc à sa charge que le réseau secondaire et tertiaire, tandis que le SIAAP ne gère que des gros ouvrages interdépartementaux ramenant les eaux usées aux stations interdépartementales d'épuration. Il est donc normal qu'Aulnay-sous-Bois ait un système de gestion automatisée qui se limite au premier objectif tandis que le SIAAP ne vise que celui de l'amélioration de la qualité du milieu récepteur.

Remarquons également que très peu de gestions automatisées dynamiques sont, à l'heure actuelle, opérationnelles (Seine Saint-Denis, Nancy, Hauts-de-Seine, Nice, Val de Marne, Bordeaux).

TABLEAU N° 6 Classification des différentes gestions automatisée par objectifs poursuivis

	Gestion Automatisée Statique					Gestion Automatisée Dynamique					
	AIDE A L'EXPLOITATION CLASSIQUE					AMELIORATION DE LA QUALITE DU MILIEU RECEPTEUR			LUTTE CONTRE LES DEBORDEMENTS DE RESEAU		
X : projet en cours * : projet à l'étude G.A.= gestion automatisée	Téledétection d'apports parasites	Télesurveillance du fonctionnement des ouvrages	Programmation du fonctionnement des pompes	Planification de l'entretien	Connaissance de la disponibilité hydraulique du réseau	Contrôle des déversements au milieu naturel (seuils variables)	Utilisation de bassin de retenue ou d'orage	Régulation des apports à la station d'épuration	Contrôle des stockages en bassin	Contrôle des délestages (maillage, by-pass)	Contrôle des vitesses d'écoulement
SEINE SAINT-DENIS	X	X	*	*	X	X	X	*	X	X	*
NANCY		*	*	*					X	*	
NICE		X				X		*		*	*
HAUTS DE SEINE		X				X					X
CAEN	X	X				*					*
VAL DE MARNE		*				X			*	*	
ARRAS				*		*		*	*	*	*
BORDEAUX		X							X	*	
LA BAULE	*	X						*			*
SAINT MALO			*			*	*		*		*
RENNES		*		*		*	*	*			
TOULOUSE		X		X							
NANTES		*	X			*					
VALLEE DE L'ORGE	X							*	*		
LILLE		*	*				*				*
LYON	*			*							*
STAAP		*					*	*			
LE HAVRE		*					*				*
MARSEILLE		*				*					
AULNAY SOUS-BOIS	X			*							
ORLEANS		X									

— : objectif non poursuivi par la collectivité

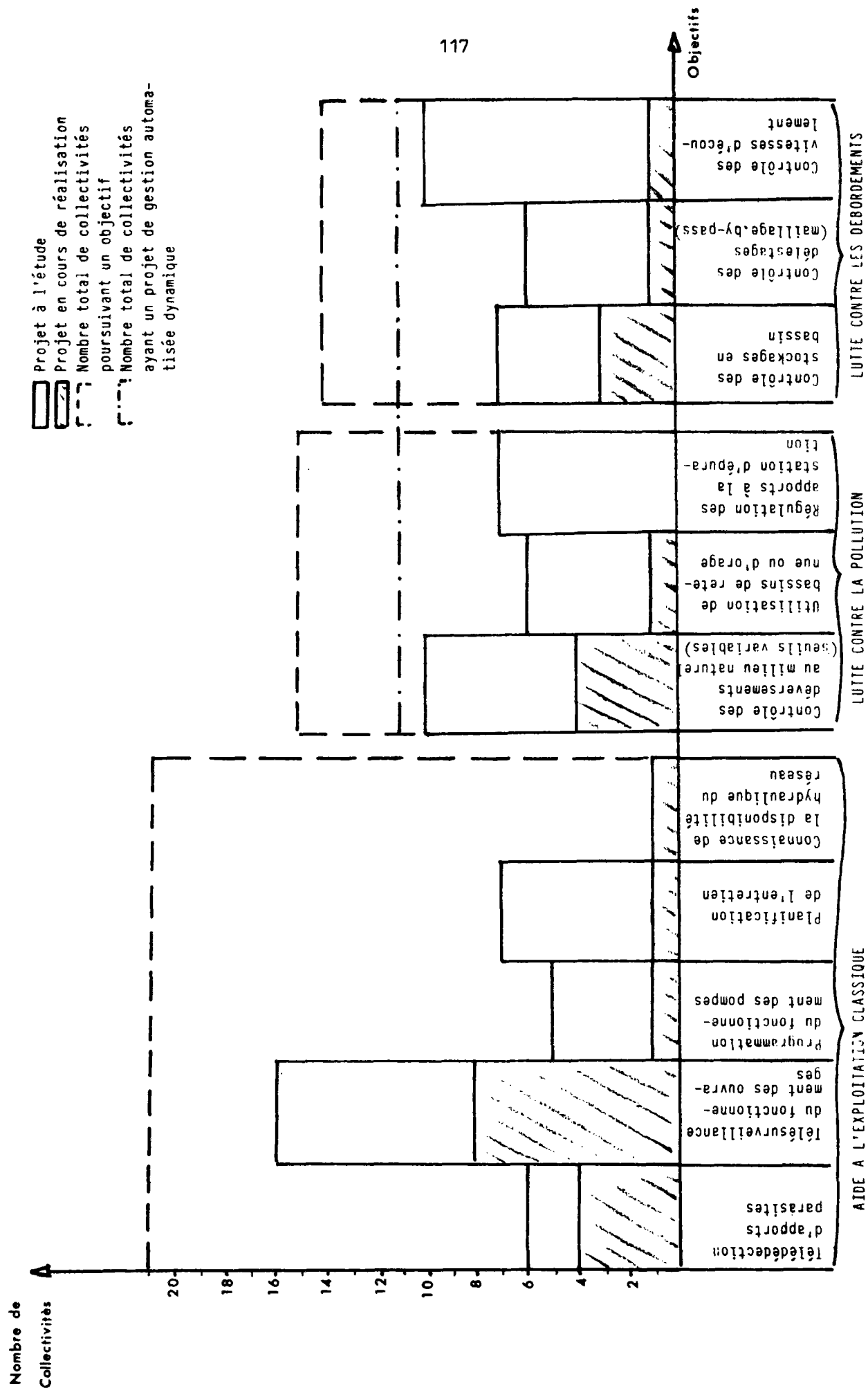


FIG. 16 HISTOGRAMME DU NOMBRE DES COLLECTIVITES POURSUIVANT DIVERS OBJECTIFS
PAR L'UTILISATION D'UNE GESTION AUTOMATISEE

B/ CLASSIFICATION DES SYSTEMES DE GESTION AUTOMATISEE EN FONCTION DES MOYENS TECHNIQUES D'AUTOMATISATION MIS EN OEUVRE

Ici ce ne sont plus les objectifs visés par l'automatisation de la gestion qui sont distingués mais les différents moyens techniques engagés pour agir dans le temps et dans l'espace, définissant ainsi différents degrés de sophistication technologique de systèmes automatisés statiques et dynamiques (adaptation du réseau en temps réel à une situation aléatoire donnée).

1/ Classification par types d'interventions dans le temps

a) Gestion automatisée hors ligne

Le terme "hors-ligne" signifie que les opérations de gestion, optimisées ou non, sont envisagées par des simulations en dehors de tout contrôle en temps réel, qu'il s'agisse de gestion statique ou dynamique. Les consignes de gestion sont donc déterminées à l'avance, en dehors de l'évènement.

Ces consignes peuvent être appliquées à des évènements considérés comme déterministes. C'est à dire que l'on a supposé au préalable un développement probable de l'évènement. Cela conduit à adopter une règle de gestion a priori, en dehors de l'évènement réel. Les consignes sont fixes, quelque soit l'évènement. Le réseau ne s'adapte pas à une situation en temps réel. On ne tient pas compte de la nature de l'évènement.

C'est le cas typique des systèmes de gestion statique, dits "d'aide à l'exploitation classique".

Exemple 1: mise en route automatique d'une pompe déclenchée par un programme défini en fonction des heures de la journée, de la saison... Des automatismes de ce type existaient déjà bien avant l'électronique (commande déclenchée à l'aide d'une poire de contact), cependant des relais de seuil peuvent suppléer aux défections trop nombreuses des poires, et permettre un contrôle continu à distance du fonctionnement des pompes. Des modifications à distance de consignes de débit sont

également permises.

Exemple 2: système de conduite immédiate de Seine St-Denis (logiciels de gestion des téléalarmes, télésignalisations, télémesures, télécomptages et télécommandes au niveau central (12)).

Mais il se peut également que ces consignes s'adaptent à un évènement en temps réel. Dans ce cas on parle de gestion automatisée dynamique préoptimisée. L'évènement réel est mesuré, puis assimilé à un évènement-type qui aura été défini suite à plusieurs années d'observations et de mesures. L'opérateur a alors à sa disposition un "catalogue" de règles de gestion, correspondant chacune à des consignes de gestion définies pour chaque évènement-type. Il applique ainsi en temps réel une règle de gestion prédéfinie. On adapte le réseau à une situation en temps réel, en tenant compte de la nature de l'évènement.

Exemple 1: gestion de la vidange d'un bassin de retenue par niveau aval en boucle fermée (Bordeaux) (cf. figure 17) (13)

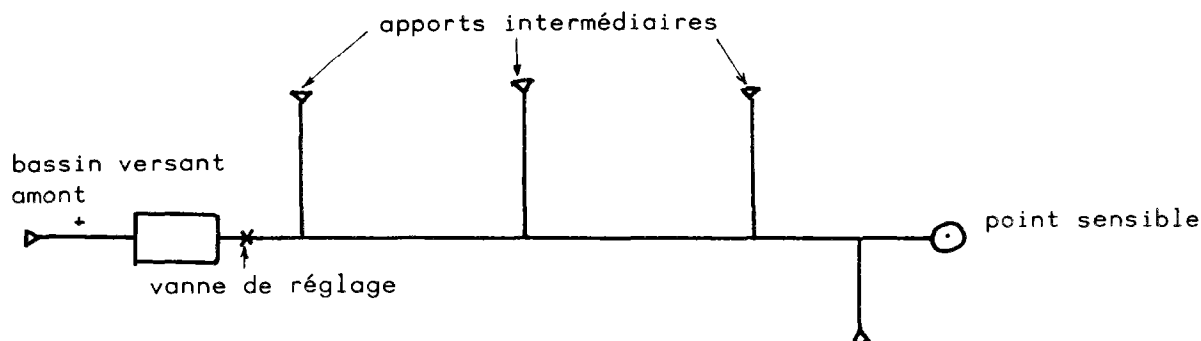


Fig. 17: Scéma du réseau où s'applique la gestion automatisée (Bordeaux)

Exemple 2: gestion du fonctionnement des déversoirs d'orage à seuil variable (Nice, Hauts de Seine).

b) Gestion automatisée en ligne

Dans ce cas les consignes de gestion sont déterminées en temps réel = gestion automatisée optimisée en temps réel . La stratégie optimale de gestion est recherchée à partir d'une simulation en temps réel des conséquences de l'évènement (ruissellement et écoulement), au moment même où cet évènement se passe. Cette simulation se fera à l'aide de modèles dynamiques (14) qui doivent être simples en raison de la limitation du temps de calcul et de prise de décision qui est imposée par l'évènement. Cela nécessite des moyens de télémessures de l'évènement (pluviomètres), ou mieux encore des moyens permettant sa prévision telle l'image radar (15), afin de pouvoir anticiper sur les conséquences de l'évènement pluvieux. Certains parlent de gestion par temps de pluie réalisée à l'aide d'un système d'aide à la conduite (3) par opposition à la gestion par temps sec ou de petite pluie pour laquelle un système de conduite immédiate suffit.

Exemple 1: vidange d'un bassin déclenché en fonction du niveau dans le collecteur aval, et du niveau d'eau dans le bassin (Nancy)

Exemple 2: système d'aide à la conduite (Seine Saint-Denis)

Quelque soit le type d'élaboration des règles de gestion, celles-ci doivent tenir compte des temps de transfert entre points de contrôle et zones à protéger.

Il existe différents degrés de sophistication dans la gestion dynamique (concepts nés de la littérature américaine):

Elle peut être réactive: dans ce cas les consignes sont envoyées à un instant donné sans tenir compte de l'évolution des phénomènes. L'optimum est donc valable à cet instant précis mais plus après, l'évènement évoluant dans le temps de façon aléatoire (évolution non prévue du phénomène).

Elle peut être adaptative: les consignes envoyées tiennent compte de l'évolution de l'évènement qui est déterminée grâce à des méthodes de prévision (images radar ou lois statistiques).

Exemples : Seine Saint-Denis, Bordeaux (gestion automatisée locale).

D'après les spécialistes, "la distinction entre ces deux notions n'est pas évidente. Une gestion réactive peut parfaitement s'appuyer sur une préoptimisation basée sur un certain nombre de cas types, donc sur une prévision d'évolution à partir d'un état donné" (16).

2/ Classification par type d'organisation dans l'espace

Plusieurs cas de figure peuvent se présenter selon le degré de décentralisation des prises de décisions, facteur influençant fortement le développement des logiciels (12).

a) Gestion locale seule (ponctuelle)

Des automatismes locaux prennent en charge la gestion des organes, à l'aide de micro-ordinateurs, mais ils agissent indépendamment les uns des autres sans qu'une coordination soit établie.

Il n'y a alors pas obligatoirement besoin de logiciel défini à partir d'un modèle de simulation de la gestion hydraulique du réseau, ni de module de recherche d'une combinaison de positions de contrôle bien adaptée à une situation (12). Le module de prévision n'est nécessaire que dans le cas d'une gestion automatisée locale adaptative.

Ces automates locaux peuvent fonctionner en ligne ou hors ligne.

Exemples: gestion automatisée des bassins de Nancy (en ligne, réactive)

gestion automatisée d'un bassin à Bordeaux (hors ligne, adaptative). La prévision dans ce cas est très simple puisqu'elle est basée sur l'hypothèse que la pluie qui tombera à $t + 5mn$ sera égale à celle qui tombe à t (13) (mesurée par un réseau de pluviomètres).

b) Gestion centrale seule

Dans ce cas le niveau local n'est pas capable de réagir sans en recevoir l'ordre du niveau central. Toute l'information est donc rapatriée au central, triée, traitée, stockée...

L'optimum de gestion est assuré par cette unité centrale qui gère la totalité du système.

Exemple 1: 1er système Seine Saint-Denis (cf. 1ère partie)

Exemple 2: système de conduite immédiate en Seine Saint-Denis (visualisation du fonctionnement du réseau en période de temps sec).

Les systèmes en ligne paraissent très lourds d'exploitation au niveau central et semblent être abandonnés depuis qu'il existe sur le marché des automates programmables. Certains estiment cependant qu'ils peuvent rester valables lorsque le périmètre d'exploitation et le nombre de stations locales restent petits. Dans ce cas peu d'information est rapatriée. Les lignes de transmission de l'information étant peu nombreuses, le système a moins de risque de tomber en panne. Toutefois d'autres estiment qu'une intelligence locale est indispensable pour assurer la sécurité des installations (cf. paragraphe d/).

Projet à l'étude : St Malo (périmètre de 5 km maximum).

c) Gestion locale avec surveillance centrale

La station locale est capable de "prendre des décisions" (élaboration de consignes) mais son fonctionnement est surveillé d'un central, c'est à dire qu'en cas d'anomalie, l'alarme est donnée au central. C'est le principe même des systèmes de télésurveillance des organes électromécaniques, couplés à une gestion automatisée locale.

Exemples de projets réalisés: Hauts de Seine, Nice

d) Gestion locale avec modifications centrales

C'est le cas des systèmes dits "décentralisés" (17)(cf. figure 18). Le central joue le rôle de superviseur et se charge de coordonner les différents postes locaux (appelés postes primaires ou satellites) qui prennent en charge eux mêmes une partie de la gestion des organes. Seule l'information utile à cette coordination est rapatriée au central. Celui-ci joue son rôle en général au moment de l'évènement de crise de manière à appliquer sur l'ensemble la stratégie de gestion optimale (= gestion dynamique) grâce à un logiciel de prévision des pluies et de recherche de solutions optimales de contrôle (12).

Le système peut être organisé en sous-ensembles qui sont capables d'assurer eux-mêmes les automatismes de régulations locales simples demandant un temps de réaction rapide (12). En cas de panne du poste central ou lorsque les liaisons avec celui-ci sont coupées, "le sous-ensemble prend le relais et fonctionne en autonomie pendant un certain temps sans dérive importante" (12). Ce type d'organisation a donc l'avantage d'assurer un certain degré de sécurité.

Projets en cours : Seine Saint-Denis

Projets à l'étude : Val de Marne, Marseille, Caen, Le Havre, Rennes.

On peut distinguer dans ce type d'organisation 2 niveaux possibles d'optimisation:

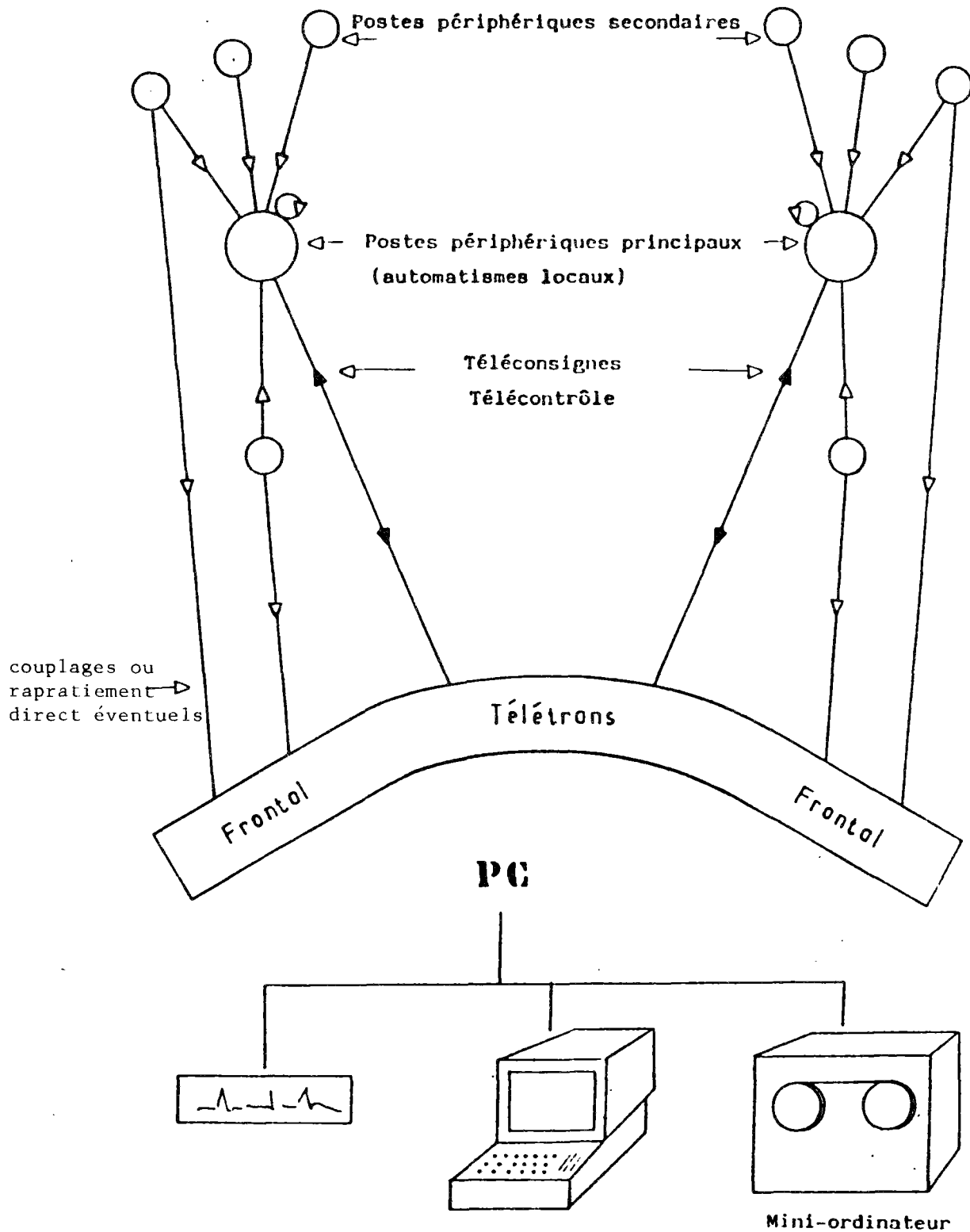
- gestion automatisée en ligne à optimum global:

L'optimum recherché est celui de l'ensemble supervisé au détriment parfois d'un sous-système qui est sacrifié pour sauver l'ensemble. Ce principe est rarement employé car il est difficilement acceptable de décider de "noyer" une zone même si l'ensemble sera globalement sauvé.

- gestion automatisée en ligne à optimum hiérarchisé:

L'optimum recherché n'est pas forcément l'optimum global mais il correspond à la somme des optima appliqués à chaque sous-système.

FIG. 18 Structure hiérarchisée et décentralisée



3/ Classification par degrés d'intervention humaine

a) Pilotage automatique total

Ce cas correspond au degré maximum de l'automatisation d'un système (pas d'intervention humaine). Il n'est appliqué en assainissement que pour des cas simples tels qu'un système fonctionnant en automatisme local, ou en gestion statique, car il est dangereux et difficilement réalisable du fait que la gestion des réseaux d'assainissement se confronte à des événements imprévisibles, variables dans le temps et dans l'espace et pour lesquels une anticipation est délicate (contrairement à la gestion automatisée des réseaux d'eau potable).

Exemple : système de gestion automatisée appliquée par temps sec ou de petite pluie en Seine Saint-Denis grâce aux logiciels appartenant au système de conduite immédiate.

b) Gestion automatisée avec intervention humaine

Pour la plupart des systèmes dynamiques actuellement projetés en France, un opérateur gardera le contrôle de l'ensemble et le PC ne pourra envoyer de consignes sans son intervention (une permanence sera assurée).

Bien que la part d'intervention humaine existante dans un système de gestion automatisée des réseaux d'assainissement ne semble pas influencer la conception et le développement des logiciels (12), il est cependant important de signaler que les systèmes de gestion automatisée des réseaux d'assainissement assurant un contrôle entièrement automatique en ligne, optimisé par temps de crise, sont encore du domaine de la science-fiction.

On peut d'ailleurs se demander si la performance optimale ne se trouve pas plutôt dans le type de combinaison homme-machine que l'on observe actuellement (ou que l'on observera demain) plutôt que dans l'automatisme intégral. Nous nous contenterons sur ce point, qui sort quelque peu de notre champ d'investigation, de citer SIMONDON (18): "L'automatisme est un assez bas degré de perfection technique. Pour rendre une machine automatique il faut sacrifier

bien des possibilités de fonctionnement, bien des usages"... le fait que le fonctionnement d'une machine recèle une certaine marge d'indétermination permet à la machine d'être sensible à une information extérieure"... Une machine douée d'une haute technicité suppose l'homme comme organisateur permanent, comme interprète vivant des machines les unes par rapport aux autres".

Tableau n°7 : CLASSIFICATION DES GESTIONS AUTOMATISEES
SELON LES MODES TECHNIQUES

	GA STATIQUE évènements déterministes	GA DYNAMIQUE (Réactive ou adaptative) évènements aléatoires - adaptation du réseau en temps réel	
<div>Mode temporel d'élaboration des Mode consignes spatial d'intervention</div>	HORS LIGNE Consignes déterminées a priori		EN LIGNE Consignes déterminées en temps réel : optimisée temps réel
	Consignes fixes	adaptation des consignes à l'évènement: préoptimisée	
GA LOCALE pas de coordina- tion d'ensemble pas d'optimum global	Ex. : détection d'apports parasites (orge)	Ex. : gestion d'un bassin de rétention par niveau aval, en boucle fermée (Bordeaux) (GA adaptative)	Ex. : gestion d'un bassin de rétention en boucle ouverte (Nancy) (GA réactive)
GA LOCALE avec surveillance centrale	Programmation des stations de pompage en fonction d'évène- ment périodique (Nantes)		Système de conduite immédiate de Seine Saint Denis (partie automatisme local)
GA CENTRALE	Télésurveillance des organes électroméca- niques (Toulouse, Bordeaux...) Système de conduite immédiate (SS+D) (partie gestion des données)	1er système de GA en Seine Saint Denis	lourd d'exploitation
GA LOCALE avec modifications centrales = GA décentralisée	peu d'intérêt	Gestion des déversoirs d'orage à seuil variable (Hauts de Seine, Nice)	Système d'aide à la conduite de Seine Saint Denis (optimisée, hiérarchisée)
<div>PILOTAGE AUTOMATIQUE POSSIBLE</div> <div>PAS DE PILOTAGE AUTOMATIQUE</div>			

- GA = Gestion automatisée

CONCLUSION

Malgré la diversité des situations qui apparaissent au départ, l'analyse qui précède permet de comprendre que les différentes approches ressortent d'une même logique générale.

En effet, les objectifs bien que divers, sont souvent poursuivis en même temps par les collectivités. Même si quelques unes excluent l'un ou l'autre de ces objectifs, une seule approche technique permet d'atteindre des objectifs différents (cf. système de la Seine Saint-Denis), ce qui laisse supposer qu'une collectivité peut étendre dans le temps les objectifs à atteindre par la gestion automatisée. De plus, les différences de sophistication des moyens techniques mis en oeuvre ont été saisis à un instant donné, mais ils peuvent évoluer au cours du temps. Les différents systèmes techniques ne s'excluent pas l'un et l'autre (cf. tableau n°7). On peut considérer que ces différents degrés de complexité technologique correspondent à différentes étapes de mise en application d'un système de gestion automatisée des réseaux d'assainissement, comme cela s'est passé en Seine Saint-Denis (cf. 1ère partie). Par exemple, les systèmes d'aide à l'exploitation classique basés essentiellement sur la retransmission en direct d'information peuvent constituer un point de départ pour d'autres systèmes plus sophistiqués par la suite et qui feront intervenir des logiciels du type des "logiciels d'aide à la conduite" de la Seine Saint-Denis s'appuyant sur des outils de simulation et de prévision. De même, "le passage du contrôle ponctuel seul au contrôle partagé avec le poste central est aisé" (12). "Il peut être envisagé l'automatisation localisée de la gestion d'un secteur test et l'étendre progressivement" (9). D'après les spécialistes, il semble cependant indispensable de prévoir cette évolution dès le départ (objectifs à poursuivre, mode spatial d'intervention), de manière à préparer le terrain en répartissant les rôles de chaque point de contrôle et prévoir les logiciels. "La localisation des postes devra répondre aux incertitudes soulevées par les simulations lors des études préliminaires, aux objectifs de gestion, à la localisation des ouvrages" (11).

Il faut aussi avoir à l'esprit qu'une gestion automatisée dynamique pourra quelquefois demander un changement de configuration de réseau tel que la construction de bassins de retenue en série... Or si un système de gestion

automatisée se met relativement vite en place, les modifications de structure demandent plusieurs années. De plus certains objectifs sont atteints par des règles de gestion contradictoires. Il faut alors définir des priorités et cela dès le départ également.

En tous cas, nul système de gestion automatisée dynamique ne peut exister sans une parfaite connaissance du fonctionnement du réseau. Or cette connaissance demande souvent plusieurs années d'études et de mesures. Un système d'aide à l'exploitation classique peut aider à constituer cette première étape d'observation (notons cependant que les mesures nécessaires à la définition des règles de gestion d'une gestion automatisée dynamique n'ont pas toutes besoin d'être "téléreliées").

La définition des règles de gestion demande "de la continuité, de la rigueur et un peu de chance pour capter correctement des événements significatifs, assez rares et aléatoires. Elle demande aussi du talent, de l'opiniâtreté et un certain degré d'imprégnation pour interpréter les données et bien connaître un réseau" (9). D'où une certaine lenteur dans la mise en application d'une gestion automatisée dynamique hiérarchisée en ligne.

On dira donc que, sous certaines conditions nécessaires à l'évolution et perçues dès le départ, un système de gestion automatisée simple (type d'aide à l'exploitation classique ou de gestion locale seule) pourra évoluer vers un système plus élaboré tel qu'une gestion optimisée en temps réel, hiérarchisée et décentralisée.

Les systèmes peuvent d'ailleurs se coupler (cf. Seine Saint-Denis). Une gestion automatisée statique peut tirer un très grand profit d'une gestion automatisée dynamique adaptative. Par exemple, en l'absence de risque de pluie, les réparations peuvent ne pas être exécutées hors des heures ouvrables, les alarmes peuvent ne pas être retransmises, l'astreinte peut être allégée...

Un conclura que quelque soit les objectifs à atteindre ou les modes techniques mis en oeuvre, il y a plutôt homogénéité qu'hétérogénéité dans les différents types de gestion automatisée actuellement projetés dans les collectivités locales françaises. Malgré la diversité apparente des systèmes de

gestion automatisée, leur regroupement dans un même tableau synthétique (tableau N°7), nous permet d'affirmer que les différents cas de gestion automatisée appartiennent à une typologie simple. L'expérience de la Seine Saint-Denis apparaît être le prototype d'un cadre de logique globale dont on peut rapprocher conceptuellement les différents types que nous avons observés sur le terrain. La diffusion de l'innovation est alors bien une réalité que nous allons pouvoir analyser.

Mais auparavant, essayons de donner une définition à la gestion automatisée des réseaux d'assainissement, définition qui engloberait tous les cas rencontrés:

En reprenant nos définitions données en introduction, on pourrait dire qu'une gestion automatisée est un système technique organisé autour d'un réseau de transmission de l'information avec à la base des équipements électroniques ou électromécaniques réalisant des fonctions d'efforts, d'observation, de mémoire et de décision, dont certaines étaient jusqu'alors réalisées manuellement. L'information reçue ou émise est gérée à un niveau qui peut être hiérarchiquement supérieur. Ce système contribue ainsi d'une part, à assurer la pérennité des ouvrages par un suivi continu de leur état de santé, à assurer l'entretien des réseaux et organes annexes par une planification rigoureuse des interventions (gestion automatisée statique), et d'autre part, à améliorer le fonctionnement du réseau grâce à une maîtrise du circuit des eaux en temps réel permettant de profiter au maximum des capacités existantes afin de lutter contre les débordements ou contre la détérioration de la qualité du milieu récepteur (gestion automatisée dynamique).

Remarque: la Seine Saint-Denis est la seule collectivité qui commence à avoir une gestion automatisée dynamique, en ligne, hiérarchisée, opérationnelle. Les autres, comme Nancy, Bordeaux, Nice, Val de Marne, Hauts de Seine, n'ont que des projets de ce type en cours de réalisation (acquisition de matériel) ou, comme Arras, St Malo, Rennes, Nantes, La Baule, Lille, Lyon, le SIAAP, Le Havre, Marseille, Orléans, Caen, Orge, en cours d'étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA DEUXIEME PARTIE - CHAPITRE I -

-
- (1) JOST J. BALLAY D. MOUCHE L. ESTEVES J.P.
"La C.A.O. - Aide à la décision dans la gestion des réseaux à moyen et long terme"
in T.S.M. L'EAU n° 6 - 1983
- (2) ARNAUD C. BIHAN Y. BOURRIER R.
"Modèles mathématiques - Evolution et perspectives du modèle de conception et de gestion"
JOURNEES HYDRAULIQUES DE NANTES du 14 au 16 Septembre 1982 - SHF
Question IV - Rapport n° 9
- (3) BACHOC A. HELARY J.L.
"La gestion automatisée en Seine St Denis - Aboutissement de la rénovation des techniques d'études, catalyseur de la mutation du service assainissement"
JOURNEES D'ETUDES ENPC du 6 au 8 Décembre 1983
- (4) BOURRIER R.
"Les réseaux d'assainissement - calculs, applications, perspectives"
Ed. TECHNIQUES ET DOCUMENTATION - Paris 1981
- (5) TISSIER M.
"L'assainissement en France : Bilan et critiques"
in SCIENCES ET TECHNIQUES n° 95 pp. 22 à 28
Juin-Juillet 1983 -
- (6) LESQUEF M.
"Incidence de la pluie et des eaux de ruissellement sur la qualité des eaux superficielles"
AFBSN - Division pollution
Mars 1978

- (7) DESBORDES M. HEMAIN J.C.
"Problèmes posés par la modélisation de la qualité des eaux pluviales urbaines"
JOURNEES HYDRAULIQUES DE NANTES du 14 au 16 Septembre 1982 - SHF
Question II - Rapport n° 3
- (8) DACHARRY M.
"Spécificité de l'hydrologie urbaine"
in BULL. ASSOC. GEOG. FRANC. n° 500
Paris 1984
- (9) DDE 93.A03 (A. BACHOC)
"Pour commencer à automatiser la gestion du réseau d'assainissement en Seine St Denis... disons 12 ans"
Début 1984 - 99 pages
- (10) BACHOC A. COSTALLAT B. STREIFF R. BAUDOUIN P. LESAGE D.
"Dispositif de régulation du fonctionnement du réseau d'assainissement de la Seine St Denis"
JOURNEES HYDRAULIQUES DE NANTES du 14 au 16 Septembre 1982 - SHF
Question IV - Rapport n° 12
- (11) DESBORDES M.
"Gestion en temps réel des systèmes d'assainissement : principes et possibilités de modélisation"
JOURNEES HYDRAULIQUES DE NANTES du 14 au 16 Septembre 1982 - SHF
Question IV - Rapport n°10
- (12) JACQUET G. FREROT A.
"Elaboration d'un système évolutif d'aide à la conduite du réseau de Seine St-Denis"
JOURNEES D'ETUDES ENPC du 6 au 8 Décembre 1983
- (13) MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT - STU -
Groupe de travail "Gestion automatisée des réseaux d'assainissement"
Compte rendu de la réunion du 22 Juin 1984

- (14) FREROT A.
 "Etude de faisabilité de la modélisation dynamique pour la gestion automatisée des réseaux d'assainissement"
 Rapport CERGRENE - Novembre 1983

- (15) JACQUET G. CHERON F. BACHOC A. HERREMANS L.
 "Intérêt technique et économique des radars d'investigation des précipitations en matière d'assainissement urbain"
 in La HOUILLE BLANCHE n° 5/6 - pp. 341-348 - 1983

- (16) MINISTERE DE L'URBANISME, LOGEMENT, TRANSPORTS - STU - DEU
 Groupe de travail "Gestion automatisée des réseaux d'assainissement"
 Compte rendu de la réunion du 10/01/84

- (17) FAVART JARRION LAMOURE MUSQUERE
 "Saisie,, transmission et traitement de l'information : les problèmes spécifiques en assainissement et leurs conséquences sur le choix d'un matériel approprié"
 JOURNEES D'ETUDE ENPC du 6 au 8 Décembre 1983

- (18) SIMONDON G.
 "Du monde d'existence des objets techniques"
 Ed. MONTAIGNE-AUBIER

CHAPITRE II

ANALYSE DU PROCESSUS DE DIFFUSION :
ELEMENTS INFLUENCANT LA DIFFUSION DE LA GESTION AUTOMATISEE

Nous avons observé l'existence actuellement de nombreux projets en cours de réalisation ou à l'étude dans les villes françaises. Nous avons montré que des tentatives ressortaient d'une même logique technique dont le cas de la Seine Saint-Denis présenté dans la première partie peut être considéré comme le prototype.

Comment, au delà de ce constat, rendre compte de la diffusion de l'innovation?

Quels sont les facteurs favorables au développement de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement dans les villes françaises alors que la première expérience semblait fortement marquée par les spécificités historiques et géographiques du lieu où elle s'est déroulée?

Si l'on étudie le contexte de l'assainissement des collectivités dans lesquelles nous avons enquêtées, une première constatation s'impose: les diverses situations se ressemblent par l'existence de contraintes physiques ou autres qui, dans une certaine mesure, rappellent le cas de la Seine Saint-Denis. C'est ce que nous appellerons éléments de similitudes contextuelles. Nous les analyserons en premier. On verra que ces éléments, indépendamment même de la diffusion de l'expérience Seine Saint-Denis, créent des conditions favorables pour que des actions de gestion automatisée de réseaux d'assainissement analogues à celles menées en Seine Saint-Denis soient engagées.

Par ailleurs, au niveau national apparaissent des facteurs d'ordre général qui favorisent l'émergence de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement au niveau local. Nous les analyserons ensuite.

Enfin, il est manifeste que l'expérience de la gestion automatisée

des réseaux d'assainissement en Seine Saint-Denis est sur le point d'être connue un peu partout en France, notamment dans les villes que nous avons visitées. Cette connaissance d'une expérience préalable facilite bien évidemment l'émergence de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement dans telle ou telle ville.

Il convient donc d'expliquer comment cette diffusion intellectuelle, créant des conditions propices à la diffusion de l'innovation proprement dite, s'est opérée (dynamique propre). Cela fera l'objet de notre troisième sous-chapitre.

A/ ELEMENTS DE SIMILITUDES CONTEXTUELLES

1/ Besoins importants

Nous distinguerons les besoins engendrés par des débordements de réseau, un milieu naturel à protéger, une urbanisation à poursuivre. Ces éléments, déjà rencontrés en Seine Saint-Denis ont une importance capitale pour le développement de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement. Leur impact au niveau politique est tel que l'attitude des collectivités locales souvent peu sensibilisées aux problèmes d'assainissement, devient très active.

a) Débordements de réseau à enrayer

C'est un phénomène qui se rencontre de plus en plus fréquemment. Sur 20 collectivités interrogées (SIAAP mis à part), 16 ont des problèmes de débordements de réseau plus ou moins importants.

Ce phénomène est dû au développement de l'urbanisation qui s'est généralement effectué dans des zones périphériques par rapport à un centre ville doté d'un réseau déjà ancien et situé près de l'exutoire. Les collecteurs du centre ville reçoivent alors toutes les eaux de la nouvelle agglomération mais leurs dimensions n'ont pas été prévues pour cela (rappelons que les réseaux sont conçus pour une durée de vie moyenne de 50 ans tandis que les SDAU sont établis sur 10 ou 20 ans). De plus les retards dans les équipements de réseaux d'assainissement se sont accumulés. L'assainissement a toujours été le parent pauvre des schémas d'aménagement urbain. Les annexes sanitaires des SDAU ne sont définies que par de simples directives d'ordre législatif. Elles ne sont pas opposables au tiers. Ceci peut expliquer que l'estimation des équipements d'assainissement soit en général très succincte dans les SDAU (1). Certains élus engagés dans une politique de développement voient même dans les annexes sanitaires des "risques d'entrave ou de freinage à la décision" (1).

La politique du "moins disant" fréquemment pratiquée pour l'assainissement a, de plus, conduit à des réalisations à l'économie au détriment de la qualité des matériaux (2). Les collectivités locales et les administrations concernées n'ont pas pris suffisamment conscience de la nature et de la complexité des interactions entre urbanisme et hydrologie urbaine.

Il s'ensuit des situations graves et, dans certains cas, catastrophiques. Tout dépend de l'importance de l'orage et de la sensibilité de la population qui, de nos jours, supporte de moins en moins de subir des nuisances.

Une gestion automatisée ne peut, à elle seule, résoudre les problèmes mais elle permet d'optimiser les capacités existantes ou projetées par contrôle des points de délestage (Seine Saint-Denis, Bordeaux, Arras, Val de Marne, Nancy, Nice), contrôle de la vidange des bassins de stockage (Seine Saint-Denis, Bordeaux, Nancy, St Malo, Arras, Vallée de l'Orge, Val de Marne), contrôle des débits de pompage (Le Havre, St Malo, La Baule, Caen, Nice, Lyon, Le Havre), intrusion de macromolécules (Seine Saint-Denis) etc... (cf. chapitre I).

o) Protection du milieu naturel à assurer

Cette préoccupation est récente en France dans l'opinion publique. Elle fait suite à la loi sur l'eau de 1964 (cf. facteurs externes). En général on y attache de l'importance:

- lorsqu'une prise d'eau potable est mise en danger par les rejets polluants (Nantes, Val de Marne),
- lorsque le milieu naturel représente un certain potentiel économique de par l'attrait qu'il peut exercer sur la population (Vallée de l'Orge, Nice, Marseille, St Malo, Le Havre, La Baule) ou par les ressources d'aquaculture que l'on en tire (La Baule),
- lorsque le fonctionnement de la station d'épuration peut être amélioré grâce à une meilleure collecte (SIAAP, Arras, La Baule, Nice, Rennes).

Une gestion automatisée est alors envisagée car c'est le seul moyen permettant de contrôler les déversements au milieu naturel en temps réel. Il

faut dire que ce n'est que très récemment que l'on s'est rendu compte que les rejets effectués par temps d'orage (par les déversoirs d'orage) ou de petites pluies (par le réseau d'eaux pluviales) perturbaient de façon non négligeable le milieu récepteur. C'est pourquoi de plus en plus on cherchera à limiter ces déversements par des déversoirs à seuils variables (Val de Marne, Hauts de Seine, Arras, Nantes, Nice, Caen, Marseille, Rennes, St Malo) ou par utilisation de bassins de surverse (SIAAP, Lille, Rennes, St Malo, Le Havre) ou de décantation (St Malo).

c) Urbanisation à poursuivre

L'assainissement, nous l'avons vu en Seine Saint-Denis, peut constituer un blocage pour l'urbanisation. Jusqu'ici, c'est un équipement dont le besoin a largement été déterminé par la croissance urbaine, mais il n'est jamais parvenu à la modeler (3). Si un sérieux retard a été pris en assainissement au cours de ces dernières années lors d'un développement rapide de l'urbanisation à cause d'une mauvaise coordination entre plans d'urbanisme et d'assainissement (cf. a/), certains élus souhaitent aujourd'hui renverser la tendance. Dans ce cas, l'assainissement n'est plus négligé et d'importantes mesures sont prises:

- A Toulouse par exemple "le programme d'assainissement doit suivre le désir du privé". Lorsqu'une zone ne peut être raccordée immédiatement, les techniciens préconisent provisoirement l'assainissement autonome ou construisent de petites stations d'épuration mobiles. L'assainissement est ici réellement pris au sérieux et des fonds importants y sont consacrés. Un indice de ce bon "statut" de l'assainissement est donné par le fait que les agents des services techniques qui s'en occupent ont une bonne réputation parmi leurs collègues.

- A Nice, chaque constructeur immobilier est tenu de faire des bassins de rétention d'eaux pluviales en fonction de la disponibilité des collecteurs récepteurs, de manière à écrêter les pointes de débits. Dans les zones en pleine croissance urbaine, l'assainissement suit les P.O.S. et les élus décident ensuite si cette croissance est envisageable dans leur budget ou non (l'assainissement impose ici une certaine configuration urbaine).

- A St Malo, l'urbanisation se poursuit (environ 200 lots/an) mais les débits de rejets sont limités à 3 l/s/ha dans les zones d'extension.

- Nous citerons encore le cas de la Vallée de l'Orge où l'on veut que l'assainissement ne bloque pas l'urbanisation future; le cas d'Aulnay sous Bois qui souhaite qu'une forte collaboration se crée avec les services départementaux afin de synchroniser les efforts de chacun; le cas du SIVOM d'Orléans qui a demandé à un bureau d'études de lui chiffrer les besoins en eau et en assainissement en fonction de l'urbanisation future...

Même si certaines collectivités préfèrent réduire les zones d'extension de l'urbanisation à celles qui sont déjà équipées en assainissement (Lille), il semble qu'à l'heure actuelle une certaine prise de conscience apparaisse de la part des élus sur les problèmes que pourrait poser l'assainissement dans les prochaines années.

Même si "les élus locaux se soucient plus de développer des équipements susceptibles d'améliorer l'image de marque de leur cité et qui témoignent de leur dynamisme d'aménageur" (4), plusieurs enquêtes réalisées pour le compte du Ministère de l'Environnement ont prouvé que les élus accordent aujourd'hui la priorité à l'amélioration des réseaux.

Les risques de blocage de l'urbanisation du fait de l'insuffisance des réseaux étant mieux perçus aujourd'hui par les collectivités locales, il est alors possible d'insérer une gestion automatisée au sein d'un Schéma Directeur d'Assainissement lorsque celui-ci est envisagé (Nice, St Malo, Vallée de l'Orge, Nantes, Le Havre, Rennes, Bordeaux, Nancy, Marseille)

2/ Contexte physique défavorable, imposant de fortes contraintes

techniques

Nous avons vu qu'en Seine Saint-Denis, le choix d'une gestion automatisée s'est fait parce que ce département se trouvait dans une situation physique défavorable face à la problématique classique de l'assainissement. Or elle avait à prendre des mesures importantes devant de sérieux besoins (cf. 1ère partie). Il lui a donc fallu chercher des solutions nouvelles. D'autres collectivités se trouvent-elles dans le même cas?

a) Bassins versants étendus

La nouvelle instruction technique de 1977 l'a souligné, pour des bassins supérieurs à 200 ha la formule CAQUOT n'est pas applicable pour le calcul de dimensionnement des canalisations pluviales, car elle est trop approximative. On a recours alors à des modèles mathématiques de simulations des écoulements (modèles hydrauliques) et du ruissellement (modèles hydrologiques) depuis que l'ordinateur en a offert la possibilité dans les années 70 (5). Cette pratique est dorénavant courante. Des modèles étant à la disposition des ingénieurs des collectivités (cf. facteurs externes) ils sont utilisés presque systématiquement (sauf Le Havre, Vallée de l'Orge, SIAAP). Mais il ne faut pas penser qu'une gestion automatisée existera dès qu'un modèle sera utilisé. Ce dernier peut servir uniquement d'aide à la programmation des travaux neufs (cas de Lyon pour l'instant). De même, un système simple de gestion automatisée (automatisme local) ne nécessite pas forcément l'utilisation d'un modèle mathématique de simulation pour l'élaboration des logiciels de gestion (cas des bassins de Nancy). Néanmoins, on constate que l'utilisation d'un modèle mathématique de simulation est une première approche vers l'étude d'un projet de gestion automatisée. Elle offre à la gestion de l'assainissement des possibilités nouvelles qui vont dans le sens d'une gestion automatisée.

b) Relief peu accentué

Ce facteur rend l'écoulement des eaux difficile par gravitation. Il faut dans ce cas avoir recours à des pompes de relèvement pour assurer l'évacuation jusqu'à l'exutoire en évitant l'enfoncement excessif des collecteurs. Plus les bassins versants seront étendus avec des exutoires étroits et plus il faudra de stations de pompage. Or ces pompes demandent une surveillance étroite à cause des conséquences engendrées par leurs dysfonctionnements. D'où l'intérêt d'un système de télésurveillance qui ne semble pas remis en cause lorsque le nombre de pompes atteint une valeur importante. Il renforce la fiabilité du système et diminue les trajets systématiques sur le terrain.

Exemples: Val de Marne: 10 stations eaux usées + 18 eaux pluviales

Toulouse: 30 postes environ

Caen:: 26 postes de relèvement

La Baule: 63 postes

Rennes: 32 postes

Nantes: une trentaine d'ouvrages à surveiller (correspondant à 250 km à effectuer par jour pour une personne)

Lille: 80 stations de relèvement

De plus ces pompes sont fortement consommatrices d'énergie et il est intéressant de chercher à optimiser leur fonctionnement grâce à un système de gestion automatisée dynamique qui s'applique aussi bien pour les pompes de relèvement (Lille, Le Havre, La Baule, Arras) que pour les pompes de crues (Nantes, Lyon, Nice, Caen, St Malo, Le Havre, Hauts de Seine).

On notera que les collectivités situées en bordure de mer ont généralement un relief peu accentué et subissent les marées (La Baule, Saint Malo, Bordeaux, Caen, Le Havre). Elles possèdent alors d'importantes stations de pompes qu'elles ont tout intérêt à télésurveiller (facteur qui n'existait pas en Seine Saint-Denis).

On remarquera qu'en Seine Saint-Denis l'association "relief peu accentué, bassins versants étendus, exutoires étroits" s'est traduite par un réseau maillé. Cette configuration se retrouve rarement ailleurs (un peu dans le Val de Marne, les Hauts de Seine, la communauté urbaine de Lyon). Or, elle

avait largement contribué au lancement de l'idée d'utiliser une gestion automatisée pour profiter de l'inégale répartition des eaux dans les capacités existantes. On aurait donc pu penser que l'absence de cette configuration de réseau au sein des collectivités constituerait un frein pour la diffusion d'une gestion automatisée du type de la Seine St-Denis. Mais, d'une part certaines collectivités ont pensé mailler leur réseau pour pouvoir appliquer un système de gestion automatisée par temps de crise (Bordeaux, Nancy, SIAAP, Arras), d'autre part il semblerait que le maillage ne fasse pas toujours gagner énormément en capacité lors d'un orage par rapport au risque pris, à cause du temps trop court de gestion (cf. classification par objectifs) comme c'est le cas en Seine Saint-Denis.

c) Sous-sol encombré

Cette contrainte se fait d'autant plus sentir que la zone urbaine est dense. On rencontre ce cas de figure généralement dans les centres villes anciens. Le sous-sol est truffé d'autres réseaux et le développement de l'urbanisation à l'amont demande des collecteurs de plus en plus gros à l'aval pour faire face aux pointes de débit de fréquence décennale. Or, la construction d'un nouveau collecteur (dont la pleine capacité ne sera utilisée que quelques heures tous les 10 ans), dans un sous-sol encombré, est délicate et entraîne des dépenses considérables (6) (cf. contexte économique). La mauvaise qualité du sous-sol accentue ce fait à Lyon, St-Malo, en Seine St-Denis. De plus, c'est au centre ville que les gênes provoquées par des travaux neufs sont les plus importantes (neutralisation de la circulation, bruit) (7). C'est pourquoi l'on a recours de plus en plus fréquemment aux bassins de retenue qui permettent le stockage des eaux pluviales en amont (solution reconnue officiellement comme efficace depuis 1977, cf. facteurs externes) à des coûts moindres que la construction de nouveaux collecteurs (6).

Mais les capacités de ces bassins peuvent également se trouver limitées d'un point de vue physique en raison du coût du foncier ou du manque de terrain disponible. Un système de gestion automatisée peut dans ce cas efficacement (du moins c'est ce qu'en attendent les responsables) remédier à ce problème (cas de la Seine Saint-Denis, de Bordeaux, Nancy, Arras, St-Malo, Orge) même en simple automatisme local.

On comprend alors pourquoi il est intéressant pour ces communes de chercher à utiliser au mieux l'existant et à se servir de moyens de stockage.

d) Exutoire naturel "fragile" qualitativement

Certains sites aquatiques du fait de leur usage (ressources en eau potable, zones de baignade ou de sports nautiques, ressources piscicoles...) représentent un certain potentiel économique et doivent alors être préservés contre tout risque de pollution. Dans ce cas les collectivités sont particulièrement attentives au danger que représente un mauvais fonctionnement de leur réseau d'assainissement qui engendrerait une détérioration de la qualité des eaux du milieu naturel. Elles sont prêtes alors à prendre les mesures les plus efficaces possibles contre ce danger, telle une gestion automatisée (Marseille, Nice, Le Havre, St Malo, La Baule, Nantes, Val de Marne).

3/ Contexte économique

Si cet élément n'est pas apparu explicitement en Seine Saint-Denis, nous avons pu souligner néanmoins que, dès le départ, le programme CAREDAS et le réseau de télémessures et télécommandes devaient servir entre autre à rationaliser la programmation des travaux d'équipements en assainissement et à optimiser l'utilisation des capacités existantes (cf. 1ère partie). L'idée de réaliser des économies d'investissement était donc bien présente.

Qu'en est-il ailleurs?

Les réseaux sont des équipements qui coûtent de plus en plus cher (cf. introduction): les dépenses d'investissement en assainissement au niveau national sont passées de 2,56 milliards de francs en 1981 à 4 milliards en 1984 (4) dont 80% sont pour les réseaux. Ces équipements sont une lourde charge pour les collectivités locales (cf. annexe 9) et l'on comprend qu'en période de crise économique, celles-ci cherchent à minimiser leurs frais dans ce domaine, d'autant plus que les subventions accordées par l'Etat pour ces

équipements diminuent (cf. facteurs externes). Mais la gestion automatisée permet-elle de réaliser des économies? Coûte-t-elle cher?

Les données économiques que nous avons obtenues lors de notre enquête sont imprécises et difficilement comparables. Les spécialistes reconnaissent eux-mêmes que "l'établissement de ratios de coûts des réseaux d'assainissement se heurtent à des difficultés relatives à la détermination du coût et à la validité des sources comptables, à quoi il faut ajouter l'existence d'importants écarts interrégionaux de prix" (8). Ils reconnaissent également qu'il est difficile de comparer les budgets d'assainissement des collectivités pour plusieurs raisons (4).

- dans le budget annexe n'est pas toujours inclus le coût de fonctionnement et d'investissement des stations d'épuration,
- certains font ressortir la part Eaux Pluviales en indiquant le taux de participation du Budget Général (recettes de fonctionnement), d'autres pas, parce qu'il n'est pas toujours facile de dissocier les deux. Cette dissociation n'est pas faite en tous cas dans la section des investissements,
- certains budgets sont assujettis à la TVA d'autres pas,
- il n'est pas toujours facile de ventiler les dépenses de fonctionnement entre l'eau et l'assainissement lorsque c'est un même service qui s'en occupe,
- lorsque la gestion est en affermage, les comptes se chevauchent et les informations ne sont pas toujours faciles à obtenir, etc...

Néanmoins nous pouvons donner quelques indications:

Comparons les coûts (totaux) d'une gestion automatisée à la section d'investissement de budgets annexes d'assainissement de certaines collectivités locales (cf. tableau n°8).

TABLEAU N°8 - Coûts des gestions automatisées comparés
aux investissements annuels des collectivités

	section investisse- ment du budget assainissement (réseau uniquement au 1er Janvier)	Budget investis actualisé (1984)	coût total de la gestion automatisée (à répartir sur plusieurs années)	coût de la GA actualisée
		nombre d'habitants		budget invest. actualisé (1984)
SEINE SAINT-DENIS 1 325 000 hab.	103 MF (1982)	94 F/ hab.	15,2 MF (valeur 82)	14,8 % *
NANCY 300 000 hab.	23 MF (1983)	82 F/ hab.	13 MF (valeur 84)	52,5 % *
MARSEILLE 800 000 hab.	55 MF (1984)	69 F/ hab.	32 MF (valeur 84)	58 % *
LE HAVRE 200 000 hab.	7 MF (1984)	35 F/ hab.	5 MF (valeur 84)	71 % *
HAUTS DE SEINE	≈ 40 MF (1980)	50 F/ hab.	42 MF (valeur 80)	≈ 100 % *
BORDEAUX 600 000 hab.	100 MF (1984) EP	166 F/ hab.	1 MF (valeur 84)	1 % **
ORLEANS 120 000 hab.	10 MF (1984)	84 F/ hab.	700 000F (valeur 84)	7 % ***
RENNES 200 000 hab.	8 MF (1984)	40 F/ hab.	668 000F (valeur 83)	9 % ***
LA BAULE de 28000 à 200000 habitants	10 MF (1984)	45 à 357 F/hab.	1 MF (valeur 82)	12 % ***

(l'actualisation est effectuée sur l'indice du prix de la construction)

* = Gestion automatisée dynamique hiérarchisée. en ligne

** = Gestion automatisée dynamique au niveau d'un seul point de contrôle. locale

*** = Gestion automatisée statique (télésurveillance)

Remarque: Les coûts de gestion automatisée indiqués, n'incluent pas le coût des organes de régulation (vannes, siphons déprimés, déversoirs d'orage à seuil variable etc...). Y sont inclus les capteurs de mesure, les automates programmables, les logiciels de gestion.

Ce tableau nous montre:

- que l'automatisation d'un point de contrôle à Bordeaux se noie dans la masse des investissements réalisés en une année (il faut dire que Bordeaux dépense beaucoup en assainissement)

- qu'un système de gestion automatisée dynamique décentralisée, représente au total, entre 15% (Seine Saint-Denis) à 100% (Hauts de Seine) de la section d'investissement d'un budget annuel d'assainissement (organes de régulation exclus), la moyenne se situant autour de 60%. Ce type de gestion automatisée est d'un poids plus lourd pour les collectivités qui investissent peu en assainissement (Le Havre, Hauts de Seine). Son coût paraît donc d'autant plus faible que la collectivité investit beaucoup en assainissement.

- qu'un système de gestion automatisée statique représente environ 10% d'un budget annuel d'investissement pour des collectivités de taille moyenne, ce qui semble un investissement tout à fait raisonnable.

Les prix diffèrent donc énormément d'une collectivité à l'autre et d'un type de gestion automatisée à l'autre.

Néanmoins un système de gestion automatisée ne dépasse jamais une année d'investissement.

Comparons maintenant les coûts d'une gestion automatisée aux coûts de génie-civil:

TABLEAU N°9 - Coûts des gestions automatisées comparés à ceux du génie civil

	Coût du collecteur/ mètre (Ø > 2 m) linéaire	Coût de la gestion automatisée
NICE	35 000 F (valeur 83)	1 à 2 MF/ 1000 m de collecteur = 57 m de collecteur
SEINE SAINT-DENIS	37 800 F (valeur 75) * soit 69 000 F (valeur 81) 20 000 F (valeur 75) ** soit 36 500 F (valeur 81)	15,2 MF (valeur 81) = 220 m de collecteur = 416 m de collecteur
LE HAVRE	37 000 F (valeur 83)	5 MF (valeur 84) = 135 m de collecteur

* Collecteur du bord de Seine

** Collecteur du Garges-Epinay (eaux usées)

Nous avons un ordre de grandeur:

Un système de gestion automatisée type Seine Saint-Denis est donc équivalent à quelques 100 mètres d'un collecteur de grand diamètre (la disparité des coûts d'un collecteur par mètre linéaire est due à la non actualisation des chiffres présentés, aux différences de taille que peuvent présenter ces collecteurs, aux différents types de sols dans lequel ils sont conçus...). Ces chiffres nous permettent de constater que le coût de l'électronique et de l'informatique est très faible comparativement à celui du génie civil, étant donné qu'une collectivité de taille importante possède généralement plusieurs kilomètres de collecteur de grand diamètre. De plus, les coûts de génie civil ne font qu'augmenter tandis que ceux de l'électronique diminuent.

Une gestion automatisée coûte donc en investissement, relativement peu cher pour une collectivité qui s'engage dans d'importants travaux de génie civil (Seine Saint-Denis, Bordeaux...).

Mais est-ce le rôle d'une gestion automatisée que de chercher à réaliser des économies?

Pour répondre à cette question il faut distinguer les systèmes de gestion automatisée en fonction des objectifs poursuivis:

- systèmes d'aide à l'exploitation classique:

Il semble que ces systèmes soient mis en oeuvre principalement dans le but de réaliser des économies (Caen, Toulouse, Rennes, Nantes). En effet, les systèmes de télédétection d'apports parasites et de connaissance de la disponibilité hydraulique du réseau aident à connaître les causes de désordres. Ils peuvent ainsi éviter certains travaux de renforcement inutiles. Les systèmes d'aide à la planification de l'entretien (gestion informatisée des interventions, de l'état physique du réseau et ouvrages spéciaux) devraient permettre de diminuer les risques de panne et de désordre, donc de rentabiliser les charges d'exploitation. Les systèmes de télésurveillance des organes électromécaniques améliorent la fiabilité du réseau et devraient diminuer le rythme des visites systématiques sur le terrain (cf. classification). Ils permettent de réduire le personnel d'astreinte dans le cas où le central de surveillance est couplé avec celui d'un autre système (station d'épuration,

eau potable...). Les charges d'exploitation devraient alors également être réduites. Les systèmes de programmation des pompes (hors ligne) permettent de diminuer les dépenses en coût de l'énergie.

Toutefois, aucune collectivité n'a pu établir avec certitude le montant des économies réalisées car les expériences engagées ont encore un caractère pilote.

Il est probable que leur rentabilité n'apparaîtra qu'à moyen terme, d'autant plus que la mise en oeuvre de tels systèmes automatisés (ou informatisés) nécessite une maintenance sérieuse des équipements électroniques, surtout dans le court terme. A titre d'exemple, le syndicat de l'Orge a estimé que la mise en place de 4 stations de comptage d'eaux usées augmente ses frais de fonctionnement de 1%.

- systèmes de lutte contre les débordements:

Ils sont destinés à optimiser les capacités existantes grâce à la maîtrise des flux. Ils devraient donc permettre de diminuer les frais de génie civil ou d'acquisition de terrain nécessaires aux renforcements du réseau. Là encore le caractère trop récent des expériences engagées ne peut permettre de le prouver. Il n'y a que la Seine Saint-Denis qui a pu démontrer par simulation que la solution de gestion automatisée d'un bassin de retenue de 4,5 ha était équivalente à la solution classique sur un bassin de 11 ha (vidange du bassin par surverse). L'économie foncière réalisée rentabiliserait à elle seule les 15 millions de francs nécessaires à l'ensemble de leur gestion automatisée (9)(1 Ha \approx 2 MF). Bien entendu, la comparaison exigerait que l'on prenne en compte la fiabilité car un système de gestion automatisée peut tomber en panne. Toutefois, le système appliqué sur le bassin de Seine Saint-Denis possède, à différents niveaux, des possibilités de replis en cas de faille de l'arsenal technologique, minimisant ainsi les risques de panne.

Mais en tout état de cause, il est difficile de montrer que 2 solutions sont équivalentes dans leurs performances: d'une part, tant que la pluie décennale n'est pas tombée, on ne peut vérifier si la gestion automatisée est efficace, d'autre part la situation de référence change: l'imperméabilisation des sols continue de s'accroître, de nouveaux collecteurs sont construits, et la Seine Saint-Denis possède actuellement un réseau de mesures pluviométriques donnant des informations beaucoup plus précises que celles données par la station météorologique qui servaient de référence auparavant

(il arrive que le réseau déborde alors que rien ne tombe à la station!).

La gestion automatisée est un moyen permettant de contrôler un système et de comprendre ce qui s'y passe. Avant sa mise en application les causes de débordements étaient inconnues. Il est donc très difficile de comparer la gestion automatisée d'un réseau avec une gestion passive puisqu'il n'existe pas de moyens pour connaître ce qui se passe dans le réseau sans la gestion automatisée.

De toutes les façons une gestion automatisée ne fait que se greffer sur un équipement important dont toute modification de structure entraînerait des dépenses considérables. Pour savoir si une meilleure gestion de cet équipement est efficace, il faut commencer par gérer et comparer ensuite différents scénarii de gestion. De plus, il peut arriver qu'une gestion automatisée aide à rendre les zones inondables constructibles. Dans ce cas il faudrait calculer la rentabilité de la gestion automatisée par rapport aux gains apportés sur le foncier, en y incluant les risques résultant de la défaillance du système de gestion (pannes ou saturation) par rapport au seuil de protection assuré. L'on rentre alors dans des calculs économiques très délicats qui dépassent le cadre de cette thèse. En tout cas, l'enjeu foncier existe de manière plus ou moins diffuse dans la décision de gérer par la gestion automatisée l'évacuation des eaux pluviales.

Il peut arriver par ailleurs que la solution "gestion automatisée des capacités existantes" soit la seule permise, faute de place (Bordeaux), sans une remise en cause complète de la structure du réseau qui serait très coûteuse.

- systèmes de lutte contre la pollution du milieu récepteur:

Ils sont utilisés principalement pour pallier des erreurs de conception du réseau (mauvais dimensionnement des déversoirs d'orage) ou des défauts (entrées d'eaux parasites) qui font que les stations d'épuration n'assurent pas pleinement leur rôle, ou bien parce que la pollution apportée par le fonctionnement classique d'un réseau (déversoirs d'orage à seuil fixe, système séparatif) a été jusqu'alors sous-estimée (cf. classification). Ils sont donc destinés à augmenter le rendement de la station d'épuration et contribuent à l'amélioration de la qualité des eaux. Le bénéfice apporté est alors difficilement chiffrable. L'idéal est d'arriver à un niveau de pollution "optimal" c'est à dire quand la somme des dommages causés et des coûts engagés pour

dépolluer est minimale (10). Une telle analyse économique est difficile. Elle dépend de chaque contexte et demande l'internalisation de valeurs externes (a), les bénéfices associés aux coûts de dépollution n'étant pas supportés nécessairement par les mêmes individus. Quoiqu'il en soit les collectivités subissent des contraintes directes (normes de rejets sur les eaux usées) ou indirectes (redevance pollution) qui les obligent ou les incitent à prendre des mesures de lutte contre la pollution. La gestion automatisée des réseaux d'assainissement en est une qui semble efficace sans que la structure du réseau soit remise en cause, donc à moindre frais.

On ne peut donc prouver à l'heure actuelle qu'une gestion automatisée des réseaux d'assainissement permet de réaliser des économies. Néanmoins elle peut, à des coûts raisonnables, contribuer à améliorer sensiblement l'efficacité du réseau (cf. définition en introduction). Il est probable que les répercussions économiques d'une gestion automatisée se feront sentir plus tard, ne serait-ce que par une meilleure fiabilité et une amélioration du confort des interventions du personnel égoutier. Souvent, il s'agit, au moins à terme, d'une modification majeure des réseaux, ce qui interdit la comparaison "à la marge" sur l'efficacité par rapport au réseau préexistant.

De plus, rappelons qu'une gestion automatisée statique peut tirer profit d'une gestion automatisée dynamique (cf. classification). Les coûts d'une gestion automatisée visant plusieurs objectifs devraient se compenser. Mais là encore les calculs économiques sont délicats et aucune étude dans ce sens n'a été faite.

En outre, nous avons vu qu'un système de gestion automatisée peut être mis en place progressivement (cf. chapitre I). Cette évolution progressive est intéressante financièrement d'autant plus qu'au fil des années, la collectivité connaîtra de mieux en mieux son réseau grâce aux observations sérieuses

(a) On appelle externalité un effet non transmis par le système des prix. Il arrive que des actions aient des conséquences pour des tiers qui alors, bénéficient d'une externalité. Ces externalités abondent dans le domaine de l'environnement (10).

qu'elle engagera et qui seront profitables au service même si celui-ci décide par la suite de ne pas continuer à s'engager dans une gestion automatisée dynamique optimisée en temps réel.

4/ Contexte politique

L'assainissement, et en particulier la gestion automatisée des réseaux d'assainissement, est un domaine où le poids de la technique est tel que le contrôle politique des élus est très relatif et le financement difficilement perceptible par les usagers. Notre enquête a pu nous révéler que les projets de gestion automatisée émanent généralement des techniciens. Nous n'avons pas rencontré de cas où les élus étaient demandeurs.

Toutefois cela ne signifie pas que l'influence des élus soit négligeable sur la mise à l'étude d'un projet de gestion automatisée. Nous avons vu qu' en Seine Saint-denis, cette influence se faisait sentir à plusieurs niveaux:

- au niveau des réactions que les élus peuvent avoir face à l'utilisation d'une technique moderne de gestion des réseaux, symbole d'efficacité, de performance, de modernité d'un service souvent perçu comme archaïque.
- au niveau des objectifs à poursuivre qui sont fonction des besoins que les élus auront jugés comme prioritaires et dont dépendent les crédits accordés pour atteindre ces objectifs.
- au niveau du choix de l'échelle institutionnelle de gestion de l'assainissement correspondant à la volonté d'une certaine solidarité politique.

Notre enquête ne nous a pas permis d'analyser en détail ces questions politiques, néanmoins les remarques qui nous ont été faites nous permettent de souligner certaines tendances:

- Des élus peuvent être réticents à l'utilisation d'une gestion automatisée en assainissement (Bordeaux en 1978, Toulouse en 1971, Rennes en 1976). Les techniciens profitent alors parfois d'une opportunité de gestion automatisée dans un autre domaine pour que celle-ci s'applique également en

assainissement (gestion automatisée de la station d'épuration à Toulouse en 1980, Rennes en 1983). A l'heure actuelle certains élus (toutes couleurs politiques confondues) manifestent encore une tendance à la prudence quant à cette option moderne de gestion des réseaux d'assainissement (SIAAP, St Malo, Nantes, Lyon, Le Havre) et estiment que cette technique doit encore faire ses preuves par rapport aux solutions classiques. La mise en application de l'innovation est alors ralentie mais non stoppée.

- les élus, malgré les besoins potentiels existants, peuvent juger la situation de l'assainissement peu préoccupante ou en tout cas non prioritaire (Lyon, Rennes, Caen, Orléans). En effet, l'assainissement est un domaine qui présente souvent peu d'intérêt électoralement parlant dans la mesure où une forte part de la population ne fait pas pression (les quartiers inondés sont rarement les quartiers résidentiels ou à grandes activités commerciales). Les élus n'y accordent alors que peu d'importance et ont une attitude de recul face aux dépenses nécessaires (3). Ils préfèrent souvent porter leur attention sur la réalisation et la gestion d'équipements de superstructures satisfaisant la population, au détriment des infrastructures dont les faiblesses sont souvent masquées (cf. § besoins). "Il faut quelquefois du courage aux élus lorsqu'ils réclament à leurs électeurs des sommes non négligeables pour des réalisations peu spectaculaires et souvent sources de désagréments temporaires tels qu'odeurs et gênes de circulation" (2). Il faut attendre parfois qu'un gros orage provoque des dégâts pour sensibiliser les élus et que des décisions soient prises (Rennes, Lille). Dans ce cas, il semble que les élus soient plutôt favorables à des solutions permettant d'optimiser les capacités existantes, telle une gestion automatisée. D'autant plus que l'option "gestion automatisée d'un bassin de retenue" est, non seulement plus économique, mais également nettement moins gênante que la construction d'un collecteur qui bloque la circulation routière de tout un quartier pendant de longs mois (7).

Par contre dans le cas où la situation de l'assainissement est jugée par les élus comme intolérable (cas de la Seine Saint-Denis, Bordeaux, Nancy, Le Havre) ils sont alors prêts à y engager d'importants crédits et font preuve de souplesse tant sur le plan financier (recherche de ressources maximum) que sur le plan technique (embauche de personnel qualifié). Or, plus un budget est souple, plus il favorise l'initiative et les efforts de recherche-développement favorable à la diffusion de l'innovation, comme cela se passe en Seine

Saint-Denis, à Bordeaux, à Nancy où des essais de gestion automatisée sont tentés depuis déjà plusieurs années. D'après notre enquête, les techniciens se lancent dans l'étude d'un projet de gestion automatisée d'autant plus facilement que des investissements importants sont consacrés à l'assainissement. En ce qui concerne l'embauche du personnel, ce facteur peut ne pas constituer un facteur de blocage immédiat dans la diffusion de l'innovation, dans la mesure où la réalisation technique du projet est confiée à des entreprises extérieures (Hauts de Seine, Bordeaux, Nice, Nancy) (cf. § qualification du personnel).

Par ailleurs, il faut noter qu'il existe depuis juillet 1982 un blocage sur l'augmentation des prix des services publics (11) (cf. § facteurs externes) qui se répercute sur la souplesse du budget annexe d'assainissement lorsque les élus suivent cette politique de près (blocage de la redevance assainissement) et qui, momentanément, peut bloquer les initiatives (Rennes, Lille).

Notons également la loi sur la décentralisation donnant plus de responsabilités aux communes sur l'urbanisation. Il se peut que cela favorise la prise de conscience vis à vis de l'assainissement, mais il est encore trop tôt pour pouvoir porter un jugement clair sur ce point.

- Enfin, c'est du contexte politique que dépend l'échelle institutionnelle de gestion des réseaux d'assainissement qui n'est pas sans influence sur la diffusion de l'innovation (cf. § contexte institutionnel). En effet, si les élus de différentes communes ressentent la nécessité d'une solidarité technique et financière pour la maîtrise d'ouvrage de l'assainissement, alors celle-ci est confiée à une structure institutionnelle supracommunale. Cette structure fonctionne d'autant mieux qu'elle est le résultat d'une volonté politique commune de gestion affirmée et durable (cf. Seine Saint-Denis) où la prise en charge de communes défavorisées est acceptée.

Parmi les collectivités interrogées où la prise en charge de l'assainissement est à un niveau supracommunal, certaines se lancent dans des actions cohérentes faisant l'unanimité à moyen ou long terme (Seine Saint-Denis, Lille, Nantes, Nancy, Vallée de l'Orge), d'autres ne peuvent agir qu'au coup par coup en surmontant des blocages politiques (Bordeaux, Lyon, Hauts de

Seine, Orléans). Juridiquement, une commune aval n'a aucune prérogative sur la commune amont en matière de réseaux d'assainissement quelque soit le mode institutionnel de gestion. Certaines municipalités se plaignent de cette situation (Caen, Orléans, Le Havre). Seule une entente politique définissant un objectif commun peut faire prendre des décisions cohérentes pour l'ensemble de l'institution constituée. Toutefois, notre enquête nous a révélé qu'un consensus sur un programme d'investissement intercommunal peut être obtenu facilement dans la mesure où des problèmes aigus existent (Bordeaux, Lille, Nantes), même si les tendances politiques au sein du regroupement de communes diffèrent.

Remarque: Notre enquête ne nous permet pas de trancher sur le fait qu'une couleur politique plus qu'une autre aspire à l'utilisation d'une technique moderne de gestion (cf. facteurs externes), à un objectif plus particulier à poursuivre, à une échelle institutionnelle de gestion plus particulière. D'où notre modération sur l'importance de ce facteur dans l'émergence de l'innovation en Seine St-Denis (cf. conclusion 1ère partie). Toutefois nous insistons sur le fait qu'une volonté politique de gestion commune affirmée et durable, facilite la mise en oeuvre d'une gestion automatisée cohérente sur un ensemble hydrographique (blocage à Bordeaux, Orléans, Lyon).

5/ Contexte institutionnel

Nous avons vu qu'en Seine Saint-Denis, ce facteur a joué un rôle important dans l'émergence de l'innovation au travers du caractère particulier que revêt un service départemental d'assainissement qui se reflète sur la maîtrise d'ouvrage (mécanismes de prise de décision et disponibilités techniques et financières) et la maîtrise d'oeuvre (organisation et compétences du service).

Certes le cas de la Seine Saint-Denis est particulier puisque seuls les départements du Val de Marne et des Hauts de Seine ont également un service départemental d'assainissement. Toutefois notre enquête nous a montré que d'autres contextes pouvaient posséder des éléments institutionnels similaires et donc favorables à la mise en application d'une gestion automatisée,

aussi bien pour la maîtrise d'ouvrage que pour la maîtrise d'oeuvre.

a) L'institution maître d'ouvrage

Les textes législatifs confient le rôle de maître d'ouvrage à la commune (cf. § facteurs externes). Cependant il existe des regroupements de communes à caractère obligatoire (certaines communautés urbaines) ou non obligatoire (les districts) pour lesquels l'assainissement est sous la responsabilité de l'assemblée délibérante instituée (assemblée communautaire ou districale). Enfin les communes peuvent se regrouper en un syndicat intercommunal à vocation multiple (SIVOM) mais la gestion de l'assainissement n'est pas forcément prise en charge par le syndicat, c'est aux élus municipaux concernés de décider. Rappelons le cas particulier du syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP), créé en 1971 suite à l'institution des réseaux départementaux de la petite couronne.

Quelles en sont les conséquences?

Nous avons vu qu'un service départemental d'assainissement tel celui de la Seine Saint-Denis, présentait plusieurs avantages quant à la mise en application d'une gestion automatisée basée sur la recherche en temps réel d'une stratégie globalisante sur un bassin hydrographique. Ces avantages se sont fait sentir:

- d'une part dans le processus institutionnel de prise de décision face à l'innovation
- d'autre part dans les disponibilités techniques (personnel disponible) et financières (budget) qui en ont résulté, le tout conditionnant les possibilités d'actions du service technique.

Nous ne pouvons nous permettre de trancher, d'après notre seule enquête, sur le type d'institution le plus adéquat à la mise en place d'une gestion automatisée des réseaux d'assainissement, car chaque contexte est particulier et possède ses propres rapports de force qui ne peuvent être saisis hâtivement. Nous risquerions d'être normatifs et notre point de vue

serait arbitraire et limité. Cependant nous pouvons donner quelques indications:

a1) Service d'assainissement communal

Un service d'assainissement communal se trouve, comme un service départemental, géré par une seule assemblée délibérante: le Conseil Municipal. Le technicien entretient des relations étroites avec l'adjoint au Maire désigné pour traiter les questions d'assainissement. Si celui-ci donne son accord au technicien sur un projet, il est peu probable que cette décision soit remise en cause lors de l'approbation du projet devant l'assemblée, car ses membres suivent un objectif commun qui est celui de la municipalité. Ils font confiance à l'adjoint délégué à l'assainissement (cas de Caen par exemple).

Par contre, des élus municipaux sont plus à l'écoute du particulier que des élus départementaux (conseillers généraux). Le citoyen mécontent va directement frapper à la porte du Maire (cas du Havre) qui est alors obligé de traiter des problèmes individuels et bien souvent très terre à terre (canalisation secondaire ou tertiaire bouchée, branchement à effectuer...), lui faisant perdre une certaine vision globale des problèmes d'assainissement auxquels une gestion automatisée dynamique peut répondre (optimisation de l'existant, contrôle des déversements). L'élu municipal est également plus tenté de donner la priorité aux actions ayant des effets immédiats (transports, emplois, culture...) dont la gestion automatisée des réseaux d'assainissement ne fait pas partie. De plus, il n'y a guère que les grandes villes qui peuvent se permettre d'avoir des disponibilités techniques (seules les villes de plus de 50.000 habitants peuvent se doter d'ingénieurs principaux) et financières suffisantes pour pouvoir s'engager dans la mise à l'étude d'un projet innovant (cas de Marseille, Toulouse, Nice, Le Havre) (cf. § Maître d'oeuvre).

a2) Service d'assainissement supracommunal

Les services d'assainissement correspondant à des regroupements de communes (communautés urbaines, districts, syndicats intercommunaux) résultent d'une prise de conscience chez les élus de la nécessité de traiter ce domaine à une échelle supracommunale (sauf pour les communautés urbaines instituées par décision gouvernementale comme celle de Bordeaux).

Ce regroupement permet d'établir un équilibre technique et financier entre entités disparates (cf. 1ère partie) qui ont pourtant des besoins communs. En effet, une commune aval peut avoir son réseau saturé à cause des apports des communes amont qui ne voudront pas engager seules des actions destinées à protéger l'aval. Avec un budget s'appliquant sur un ensemble hydrographiquement cohérent, il est possible d'envisager des solutions bénéfiques et plus rationnelles pour cet ensemble telle qu'une gestion automatisée. Plus l'échelle institutionnelle de la prise en charge de l'assainissement sera proche de celle du bassin hydrographique, plus il sera possible d'atteindre un optimum de gestion par une bonne maîtrise des flux hydrauliques, sinon la gestion automatisée se cantonnera à un niveau local (cf. § classifications).

Néanmoins, un service d'assainissement supracommunal du type districial, communautaire ou syndical est soumis à un processus de prise de décision plus lent qu'un service communal ou départemental. Les Maires ont tendance à vouloir défendre en premier lieu les intérêts de leur commune (cas de Bordeaux). Ils ont accepté de se regrouper dans la mesure où leur commune peut en tirer un bénéfice, à moins qu'il y ait une forte tendance politique à la solidarité inter-communale. Il se peut par exemple qu'ils n'aient pas la même opinion concernant la mise en application d'une technique moderne de gestion (cf. § contexte politique). Ils n'y sont pas toujours tous prêts en même temps, et n'en ressentent pas toujours l'intérêt. Dans ce cas le consensus est plus long à obtenir, le vote d'un projet devant faire l'unanimité (cas de Nantes). Une institution aval n'ayant en assainissement aucune prérogative sur une institution amont (et vice et versa), plus le système de gestion automatisée vise une stratégie globalisante relative à un système hydrographique cohérent, plus la ou les institutions prêtes à son application seront gênées, dans la mesure où un consensus à l'échelle du bassin hydrographique n'est pas obtenu à l'unanimité. On peut citer le cas des trois

départements de la petite couronne qui visent à améliorer la qualité de la Seine grâce à un contrôle en temps réel de leurs déversoirs d'orage. Or le SIAAP n'est pas décidé à recevoir dans sa station d'épuration (située à l'aval) le surplus volumique d'eau résultant des actions entreprises par la Seine Saint-Denis, le Val de Marne et les Hauts de Seine, tant que cette station ne sera pas agrandie.

N'est-ce pas un peu décevant de tenter de rendre l'eau du milieu naturel plus propre alors que l'on sait que les voisines ne font pas d'effort pour aller dans le même sens? C'est là que les agences financières de bassin et les établissements publics régionaux peuvent jouer leur rôle de coordination à travers les subventions qu'elles accordent, de manière à ce que les efforts entrepris par chacun puissent être bénéfiques en même temps. Toutefois leurs pouvoirs sont limités (cf § facteurs externes). Pour illustrer cela nous pouvons citer la réflexion d'une personne attachée au Cabinet du Président du Conseil Régional d'Ile de France qui souligne, en parlant de l'organisation de la gestion de l'assainissement (12): "Une telle complexité entraîne des difficultés dans la gestion, la programmation et le financement des ouvrages". L'Agence de Bassin et la Direction Régionale de l'Équipement, co-signataire en mai 1983 du schéma d'aménagement des eaux de la région Ile de France, ont avoué eux-mêmes: "de fait, dans l'organisation actuelle, il est quasiment impossible de parvenir à une gestion cohérente des diverses parties prenantes tout au long du circuit" (12). Les intérêts divergents des maîtres d'ouvrage situés en amont et en aval rendent difficile la réalisation d'une gestion d'ensemble.

Par contre un système de gestion automatisée dynamique peut inciter à ce qu'une collaboration entre différentes institutions se crée lorsque celles-ci ont le même exutoire et que l'intérêt commun est compris. C'est ce qui se passe entre la Seine Saint-Denis et le Val d'Oise (9). Pour les syndicats intercommunaux, une gestion automatisée de type statique consistant simplement à contrôler où coulent les eaux et d'où elles proviennent, aide à répartir les coûts de chacun. On peut lire à propos des essais faits dans l'Orge: "Pouvoir compter les eaux usées représente un grand progrès à la fois écologique et économique " (Le Monde, 8 mars 1983). "Une opération d'autant plus intéressante qu'elle est peu coûteuse." (Le Parisien Libéré, 1er mars 1983)(cf. annexe 8).

Envisager une gestion des réseaux d'assainissement se concrétise théoriquement plus vite et à des coûts moindres (cf § contexte économique) qu'envisager l'élaboration de travaux neufs de génie civil. Si les élus en ressentent l'intérêt, le consensus à ce sujet devrait être obtenu plus facilement que lorsqu'il s'agit de définir la clef de répartition des dépenses de génie civil (cas du SIVOM d'Orléans). D'où l'avantage de vouloir traiter les problèmes sous l'angle d'une gestion et non sous celui des travaux. Une gestion automatisée peut donc être une occasion pour que différents maîtres d'ouvrage coordonnent leurs efforts.

b) Le service maître d'oeuvre

Le fait que la Seine Saint-Denis ait un réseau départemental d'assainissement a permis qu'il soit pris en charge techniquement par un service public étoffé rééquilibrant les moyens de chacun, cette fois au niveau des disponibilités techniques. Si des solutions modernes ont été abordées, c'est entre autre (cf. 1ère partie) grâce aux compétences du service. Ces compétences se concrétisaient par une certaine organisation, un certain type de personnel, une certaine qualification.

Notre enquête a pu nous révéler que certaines caractéristiques d'un service d'assainissement étaient plus favorables que d'autres à la diffusion de l'innovation.

b1) Modes juridiques de gestion (ou d'exploitation)

L'assainissement des eaux usées est un service public à caractère industriel et commercial (a). Sa gestion peut donc être assurée soit direc-

(a) "Constitue un service d'assainissement, tout service chargé en tout ou en partie de la collecte, du transport ou de l'épuration des eaux usées".

Décret n°67.945 du 24 octobre 1967.

tement par les services techniques de la collectivité (gestion directe) soit en faisant appel à des services extérieurs (gestion déléguée) (45% des services d'eau et d'assainissement sont assurés en régie directe et 55% en gestion déléguée (13)). Dans ce cas c'est le contrat d'affermage qui est le plus souvent rencontré, car ce n'est que depuis la loi des finances de 1966 instituant la redevance d'assainissement que les eaux usées ont acquis une valeur marchande. Les travaux d'investissement réalisés avant cette date ont donc été pris en charge par les collectivités, et seule leur gestion est confiée aux sociétés privées.

Curieusement la gestion automatisée est née au sein d'un service en régie directe. Or le secteur public n'a pas les compétences pour mettre un brevet sous licence, et il n'est pas de son ressort de l'exploiter. Ce n'est donc pas dans le but d'une commercialisation que le personnel du service de la Seine Saint-Denis a recherché l'innovation mais bien parce qu'un besoin d'amélioration du service public s'est fait ressentir. Cette innovation (gestion automatisée dynamique) a été reprise quelques années plus tard par d'autres services en régie (Hauts de Seine, Val de Marne), mais aussi par l'un des deux grands groupes de l'eau et de l'assainissement (la SLEE) à travers ses laboratoires de recherche (la SAFEGE à Bordeaux), ses filiales spécialisées en matériel électrique et électronique (FORCLUM à Nancy, CENELT dans la Vallée de l'Orge), ainsi qu'au niveau d'un service d'exploitation (à Bordeaux). D'autres groupes ont suivi ensuite: la CGE a mis sa première expérience de gestion automatisée dynamique à l'étude en 1980 à Arras; SOBEA, après avoir mis en service un système de télésurveillance à la Baule en 1980, envisage maintenant d'élargir ses fonctions vers un système dynamique (cf. § classification), (remarquons que la société d'exploitation des réseaux d'assainissement de Marseille est une filiale de la SGEE et CGE).

Néanmoins ces expériences de gestion automatisée tentées par les sociétés fermières restent limitées: sur 20 collectivités étudiées, 4 seulement ont délégué l'exploitation de leur réseau à une société fermière (Bordeaux, Arras, La Baule, Marseille). Il faut dire qu'au départ, cette innovation a été perçue comme devant permettre de réaliser des économies d'investissement. Or les sociétés fermières ne sont pas concernées par cet aspect puisque leur contrat ne leur confie pas la prise en charge des travaux neufs.

Aujourd'hui, beaucoup de collectivités pensent que la gestion automatisée des réseaux d'assainissement d'aide à l'exploitation classique devrait permettre également de réaliser des économies de fonctionnement au même titre que les systèmes de gestion automatisée des réseaux d'eau potable (cf. § contexte économique). Dans ce cas les sociétés fermières peuvent en tirer profit, et se sentir alors concernées par une telle innovation. Elles bénéficient de plus de l'expérience déjà ancienne qu'elles ont pour la gestion automatisée des réseaux d'eau potable, et donc possèdent un certain avantage sur les services en régie. Bien que la technique en assainissement soit beaucoup plus complexe, elles ont déjà un certain savoir-faire et le principe est, dans leurs services, déjà rentré dans les moeurs.

En outre, la gestion déléguée par contrat d'affermage "tout en respectant la liberté des collectivités et les exigences du service public, préserve l'initiative privée"(14) qui peut ne pas être négligeable dans la diffusion de l'innovation. Les sociétés fermières ont intérêt en tout cas à se maintenir à un certain niveau de concurrence et à ne pas se laisser dépasser par d'autres sociétés privées ou par le secteur public, en ce qui concerne l'exploitation ou la gestion de l'assainissement. D'autant plus que l'augmentation de la technicité des modes de gestion favorise l'affermage au niveau communal (4), les communes françaises étant, d'après les textes, responsables de leurs réseaux sur tous les plans, tandis que les grilles du statut des personnels communaux les empêchent de recruter des techniciens et des gestionnaires de haut-niveau. Les communes délèguent alors une grande partie de leur attribution soit aux services de l'Etat, soit à des sociétés privées. La diffusion de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement offre donc à ces dernières de nouvelles possibilités de marché.

La régie directe est réservée aux collectivités qui ont les moyens c'est à dire qui peuvent financer la mise en place du service, recruter du personnel technique de qualité, et qui disposent d'une administration propre suffisante pour assurer un contrôle efficace du fonctionnement de la régie. Ce seront donc soit des grandes villes (< 50.000 habitants) soit des regroupements de communes tels que les districts, les communautés urbaines, les syndicats intercommunaux, c'est à dire les mêmes institutions qui, hydrogéographiquement parlant, sont mieux placées pour mettre en pratique une gestion automatisée dynamique globalisante type Seine Saint-Denis (cf. maîtres d'ouvrage).

La gestion automatisée peut donc s'appliquer aussi bien dans les services en régie directe que dans ceux en affermage. Notons toutefois que lorsque la gestion est en affermage, l'étude d'un projet de gestion automatisée peut être incitée soit par la société fermière (Bordeaux) soit par les services techniques de la collectivité (Marseille). Dans le premier cas, les gestionnaires ne peuvent se passer de l'accord des services techniques de la collectivité afin qu'une collaboration étroite s'instaure lors de la réalisation de l'étude. Dans le second cas, la prise en charge du projet est à définir avec la société privée car les services de la collectivité peuvent vouloir garder un certain contrôle du système. La dissociation institutionnelle des responsabilités vis à vis de la conception et de la gestion des réseaux peut donc être moins favorable à la diffusion de l'innovation que lorsque ces responsabilités sont sous la coupe d'une même institution. Néanmoins nous ne pouvons le prouver. Nous rejoignons là un facteur d'ordre organisationnel que nous allons analyser à présent.

b2) Organisation des services

Si l'on reprend le cas particulier de la Seine Saint-Denis, l'assainissement est pris en charge par un service dont la structure regroupe en un même lieu géographique et sous une même direction l'exploitation, les travaux neufs, les études, et depuis peu la gestion des eaux. La gestion automatisée s'est forgée grâce à une étroite collaboration entre le bureau d'études et les hommes de terrain. Elle a par la suite été la cause d'une réorganisation de service au cours de laquelle fut créée une subdivision consacrée à part entière à la gestion et au traitement des eaux (cf. historique). Jusqu'à présent, la Seine Saint-Denis est la seule collectivité dont la gestion automatisée a induit de tels bouleversements de structure. Mais nous avons vu que c'est également la seule collectivité qui commence à avoir un système de gestion automatisée dynamique, en ligne et hiérarchisée, opérationnel (cf. classification).

On ne peut porter de jugement sur le type d'organisation le plus adéquat à une gestion automatisée dynamique, il est encore trop tôt. Néanmoins nous pouvons rapporter quelques remarques qui nous ont été faites à ce propos lors de notre enquête:

- le service des Hauts de Seine semble gêné par le fait que les "travaux neufs" et les "études" ne soient pas sous la même direction que l'exploitation. La coordination se fait mal pour la mise en pratique du système,

- le service du Val de Marne a sa subdivision "exploitation" divisée en secteurs territoriaux, ce qui lui fait perdre actuellement la possibilité d'une gestion globale du réseau,

- les gestionnaires du réseau de la communauté urbaine de Bordeaux (SLEE) ont à faire à quelques réticences de la part des services techniques de la CUB dont les responsables pensent que la gestion automatisée occulte d'autres solutions techniques, et qu'elle leur est présentée comme par effet de mode. La politique suivie par les deux organisations ne serait pas la même,

- A Nice comme à Lyon, la gestion automatisée n'a pas été réclamée par le personnel de l'exploitation et elle tarde à passer à sa phase de mise en application.

Il semble donc qu'un projet de gestion automatisée se concrétise d'autant mieux que le bureau d'études et le service de l'exploitation travaillent "main dans la main" et acceptent une certaine répartition des tâches.

"Vouloir la modernisation de la gestion, c'est aussi assumer la modernisation des services" (15).

b3) Type de personnel

La conception des réseaux d'assainissement peut être confiée à un personnel d'Etat (cas des trois départements de la petite couronne parisienne ou des collectivités n'ayant pas de services techniques suffisamment étoffés). Or le système bien connu des honoraires perçus sur le volume des travaux neufs pourrait avoir tendance à favoriser les solutions lourdes et à laisser de côté la gestion automatisée.

Cependant, d'après ce qu'on a pu observer, la gestion automatisée vient compléter généralement une importante programmation de travaux (cf. Seine Saint-Denis, Bordeaux, St Malo, Le Havre, Orléans, Marseille, Nice). Un personnel d'Etat ne semble donc pas constituer un facteur de blocage. De plus

la gestion automatisée des réseaux d'assainissement apparait parfois comme une solution sans alternative par rapport à de gros travaux (zone urbaine dense, collectivité ne pouvant supporter financièrement le coût d'un collecteur destiné à récupérer les eaux des communes amont, lutte contre la pollution des rivières...). En outre, un personnel d'Etat est mobile, ce qui facilite le renouvellement d'idées et les échanges (cf. Seine Saint-Denis). De plus, des possibilités lui sont offertes pour suivre des stages de formation continue de haut niveau du style de ceux qu'organise l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Or justement au cours de ces stages sont évoquées les expériences de gestion automatisée existantes (cf. §dynamique propre). Les ingénieurs mettent en commun à cette occasion, leur savoir-faire et leurs déboires. Ceci est valable également pour le personnel des communautés urbaines ou districales.

Le personnel des services techniques des collectivités locales est par contre peu mobile. Cela permet néanmoins une certaine continuité dans le suivi des projets. Toutefois ce personnel est généralement moins qualifié qu'un personnel d'Etat. De plus, les stages organisés par l'association des Ingénieurs des Villes de France ne traitent pas des problèmes de gestion automatisée en assainissement, cette innovation concernant trop peu de villes. La diffusion par ce biais se fera donc plus facilement dans les collectivités supracommunales (cf. §dynamique propre).

Quant au personnel des sociétés privées, il sera guidé par les aspirations du groupe auquel il appartient. Or nous l'avons vu, le secteur privé a tout intérêt à se faire une référence dans ce domaine (cf. §modes de gestion).

b4) Qualification du personnel

Rappelons que la gestion automatisée des réseaux d'assainissement en Seine Saint-Denis s'est développé avec l'aide d'organismes extérieurs, mais aussi sous l'oeil d'un personnel hautement qualifié qui a été embauché au fur et à mesure des besoins (hydraulicien, chimiste, puis informaticien, automaticien, hydrologue...).

Peu de collectivités, parmi celles que nous avons interrogées, sont dotées d'un service si étoffé et pareillement qualifié. On notera tout de même que celles qui ont un projet de gestion automatisée en cours de réalisation ont embauché récemment de jeunes ingénieurs ayant un profil de formation différent de l'ingénieur TPE traditionnellement rattachés aux services d'assainissement (Hauts de Seine, Val de Marne, Bordeaux, Nancy, Lyon, Toulouse, Marseille, Le Havre, Orléans). Ces nouveaux venus proviennent d'écoles diverses où sont enseignés l'informatique et la modélisation mathématique (INSA de Lyon à Bordeaux, Lyon, Orléans, Supélec au Havre, LHM de Montpellier dans les Hauts de Seine, le Val de Marne, Nancy, ENSEEIHT de Toulouse à Toulouse...), ce qui est favorable à la diffusion de l'innovation (cf. facteurs externes).

Néanmoins aucun service n'a subi d'aussi grands bouleversements qu'en Seine Saint-Denis en conséquence de leur système de gestion automatisée. Il faut dire que pour les collectivités qui n'en sont qu'à la mise en service d'un système d'aide à l'exploitation classique (Toulouse, vallée de l'Orge, La Baule, Le Havre, Rennes, Caen, Orléans) il suffit dans ce cas, pour en maîtriser l'exploitation, qu'un ou deux ouvriers aient le niveau d'électromécanicien, la maintenance des appareils étant assurée par les entreprises qui ont fourni le matériel. Pour les collectivités qui ont des systèmes de gestion automatisée dynamique seulement en cours d'étude (Lyon, Marseille, Lille, Nantes, Orge, La Baule, Le Havre, St Malo, Caen), le problème de la qualification du personnel ne s'est pas encore posé, d'autant plus que certaines collectivités confient l'étude à des sociétés privées (MATRA et SATELEC dans les Hauts de Seine, SAFEGE à Bordeaux, St Malo, Nancy, HYDRATEC dans l'Orge, à Nice...). Notons que si la reprise en main du système par le service technique est parfois délicate (Hauts-de Seine, Nice), c'est sans doute parce que le service n'a justement pas suffisamment acquis les connaissances scientifiques et techniques spécifiques indispensables à la compréhension de l'adaptation de certains outils à la résolution des problèmes d'assainissement (hydraulique, automatique...). La gestion automatisée nécessite vraisemblablement une augmentation et une diversification de la qualification.

✓

B/ ELEMENTS DE DIFFUSION EXTERNES AU CONTEXTE, D'ORDRE GENERAL

Les éléments de diffusion d'ordre général nous sont apparus comme favorables à la diffusion de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement à travers notre enquête. Certains avaient déjà eu de l'influence en Seine Saint-Denis mais leur nature est telle qu'ils ne sont pas contextuels, ils peuvent favoriser la diffusion de la gestion automatisée dans n'importe quel contexte français.

Nous distinguerons la disponibilité d'outils sur le marché nécessaires à la gestion automatisée, la politique nationale appliquée à l'assainissement à travers une réglementation ou des incitations techniques et financières, et enfin les groupes sociaux concernés et intéressés par l'automatisation des réseaux.

1/ Outils d'automatisation disponibles sur le marché

Même si l'on a pu observer différents moyens techniques mis en oeuvre pour une gestion automatisée définissant différentes organisations dans l'espace d'un système, ou mettant en oeuvre des logiciels et programmes plus ou moins complexes suivant le type d'intervention choisi au moment de l'évènement, on retrouve toujours:

- des capteurs de mesures,
- des outils de traitement de l'information (ordinateurs ou micro-processeurs),
- des supports de télétransmission (sauf pour une gestion automatisée locale)
- des organes de régulation (sauf pour une gestion automatisée statique)

Il n'existe pas dans le domaine de l'assainissement, d'outils d'automatisation standards et bien adaptés. C'est un matériel dérivé d'autres applications qui est utilisé. Chacun choisit ce qui lui convient le mieux, et

on n'observe pas de réelle uniformité dans l'éventail des outils utilisés.

Le réseau d'assainissement est un milieu particulièrement agressif et contraignant, imposant des spécificités de conception et de maintenance. L'étroitesse du marché ne pousse pas les fournisseurs à investir dans la recherche d'outils parfaitement adaptés aux besoins. Or les exploitants réclament la standardisation.

De nombreuses difficultés techniques déjà rencontrées en Seine Saint-Denis persistent encore, notamment pour une gestion automatisée en ligne hiérarchisée. Illustrons cela par quelques uns des blocages encore actuellement rencontrés et les recherches en cours:

a) Les capteurs de mesure

Trois types de mesures sont nécessaires à une gestion automatisée dynamique: les mesures de la pluie, les mesures de débit, les mesures de pollution.

a1) Mesures de la pluie

Le pluviographe (cf. figure 19) est mal adapté à une gestion automatisée en ligne hiérarchisée nécessitant une connaissance des variations spatio-temporelles de la lame d'eau précipitée (16). Des recherches sont actuellement menées sur l'utilisation des images radars météorologiques (cf. figure 21), associant certains exploitants (DDE 93 et 94) à des organismes publics de recherche (STU, AFBSN, CERGRENE, LCPC, météorologie nationale). Toutefois son utilisation semble difficile pour les orages convectifs (17).

Par ailleurs, exploitants et fabricant (CR2M) ont récemment mis au point un système de stockage de données pluviométriques sur cassette de mémoire vive amovible ou lisible à distance, permettant un traitement rapide de l'information sur micro-ordinateur (cf. figure 20).

a2) Mesures de débit

Le débit d'un flux est proportionnel au produit de la vitesse par la section (dont la mesure peut être ramenée à une mesure de hauteur si la forme de la section est connue). Sa mesure ne peut donc être obtenue directement. Elle se heurte de plus à des difficultés spécifiques au contexte: non uniformité du régime d'écoulement, succession possible d'un écoulement à surface libre à un écoulement en charge, présence d'objets flottants, faible accessibilité des points de mesure... (5).

Le débit peut être approché par une mesure de hauteur en utilisant la formule de Strickler (régime normal uniforme), ou bien en effectuant la mesure dans une section de contrôle créée artificiellement ou intégrée à l'ouvrage lors de sa réalisation (17) (régime non transitoire).

Plusieurs types de limnimètres sont alors proposés ("bulle à bulle", sondes piezoresistives, sondes à ultra-sons -cf.annexe) mais aucun n'est encore vraiment satisfaisant. Il se pose notamment le problème de la pose de ces appareils en égout et leur durée de vie n'est pas connue. Là encore les exploitants travaillent en étroite collaboration avec les fabricants afin d'obtenir un produit satisfaisant (DDE 92 et ENDRESS et HAUSER en 1980)

De plus, une gestion automatisée en ligne des stockages réclame un couplage de mesures hauteur/vitesse afin d'obtenir un débit. "C'est le débit qui est la variable additive", et "la vitesse permet de comprendre le degré de responsabilité des divers facteurs (influence aval, insuffisance des capacités d'écoulement, identification des apports ou des pertes...)" (9). Le débit est donc indispensable pour certains types de gestion automatisée. Les mesures fréquemment employées actuellement sont basées sur des mesures de vitesse moyenne sur des cordes fixes de la section mouillée (16). Plusieurs études ont été menées récemment sur ce point, associant exploitants, fabricants et chercheurs (18)(19). La validité de ces mesures est encore discutée, ce qui signifie que l'on ne peut assurer une fiabilité certaine de ces dispositifs.

a3) Mesures de pollution

Il n'existe pas encore d'appareillage opérationnel permettant d'apprécier en temps utile, c'est à dire sans recours au laboratoire, les paramètres de pollution (DCO, DBO5, MES, MVS, métaux lourds, azote...). On se contente de relier par des lois statistiques sur un site donné la variation de ces grandeurs aux évolutions concomitantes des paramètres hydrauliques (17). Des recherches sont en cours pour quantifier en temps réel les MES (la CGE collabore avec la ville de Paris, le CERGRENE travaille avec la CENELT).

b) Les outils de traitement de l'information

b1) Postes périphériques

Dans le cas où l'exploitant a décidé d'opter pour un système de gestion automatisée "décentralisé" c'est à dire avec des sous-ensembles recueillant de l'information et possédant une certaine autonomie de "fonctionnement" par rapport au poste central, il lui faut acquérir des postes périphériques qui auront plusieurs fonctions (20)(postes primaires):

- gestion des transmissions
- réalisation d'automatismes séquentiels
- réalisation de régulation (type PID)
- calculs (correlation hauteur débit par exemple)
- mémoire stockant l'information

La qualité requise est la robustesse en milieu difficile et l'adaptation au traitement d'équations hydrauliques complexes type "Barré St Venant". Les logiciels doivent être modulables et le micro-ordinateur local doit posséder une certaine souplesse vis à vis du développement de ses applications (9).

La micro-informatique est un domaine en pleine évolution actuellement et de nouveaux outils sont disponibles chaque jour sur le marché. "L'explosion de la micro-informatique laisse entrevoir de plus grandes facilités d'obtenir un matériel plus personnalisé" (20). Les exploitants ont donc une bonne

latitude dans le choix de l'appareil paraissant le plus approprié. Il semblerait qu'un mauvais choix résulterait plus du fait que les objectifs auxquels devaient répondre un système technique de gestion automatisée n'auraient pas été bien définis au départ, d'où une mauvaise organisation dans l'espace, des logiciels et micro-ordinateurs mal adaptés (1er système de Seine Saint-Denis, 1er système de la Baule).

b2) Postes centraux

Le problème ici se situe au niveau des algorithmes d'élaboration de consignes optimales par temps de pluie (en ligne), fondés sur des modèles mathématiques de simulation des phénomènes (pluie, ruissellement, écoulement, quantité et qualité des flux et volumes à gérer, effets des organes de contrôle sur ces flux et volumes).

Les modèles de prévision de la pluie sont à l'heure actuelle peu développés (catalogues d'épisodes synthétiques fondés sur l'analyse statistique des averses). Les modèles de simulation du ruissellement sont par contre nombreux. Les modèles de propagation des écoulements sont également variés. Les modèles de qualité sont par contre peu développés (relations empiriques entre des paramètres de qualité et des variables hydrométéorologiques). Les modèles d'impact des rejets sur le milieu récepteur sont encore pratiquement inexistants en France.

Les modèles de ruissellement sont utilisés pour produire des hydrogrammes d'entrée dans le réseau tandis que les consignes de gestion sont élaborées par des programmes basés sur des modèles de simulation des écoulements. Le temps de recherche de la stratégie optimale de gestion en temps réel est donc déterminé par ces derniers. Il serait bon qu'ils soient le moins consommateurs de temps de calcul possible.

Or actuellement, la plupart des modèles de simulation utilisés étaient destinés principalement à connaître le fonctionnement des ouvrages du réseau et à tester plusieurs configurations possibles et figées de ce réseau (modèles statiques) (21). Les programmes sont donc fort consommateurs de temps de calcul car complexes du fait de la précision des modèles sur le plan de la

représentation physique.

On citera les programmes les plus utilisés: CAREDAH de la société SOGREAH (Seine Saint-Denis), RERAM des ministères de l'intérieur et de l'urbanisme (Lille, Marseille...) HYDRO-LIGNEAU de la SAFEGE (Bordeaux, St-Malo, Orléans...) SERAIL de la communauté urbaine de Lyon élaboré avec l'INSA (Lyon, Bordeaux, Caen...). Des recherches sont en cours pour l'élaboration de modèles plus simples pouvant être opérationnels pour une gestion optimale en temps réel (21) (modèles dynamiques).

Selon certains spécialistes, la modélisation constitue parfois une sophistication inutile pour l'étude des moyens visant l'amélioration de l'existant (22). En effet, une simple étude de diagnostic ou un système de télésurveillance peut se passer de modèle. Néanmoins une simulation du fonctionnement du réseau couplée à différents scénarii d'extension de l'urbanisme est utile pour la programmation des équipements. Leur utilité n'est, dans ce cas, pas à contester. Mais nous sortons là de notre cadre de recherche (cf. introduction).

c) Les supports de télétransmission

Le problème principal est celui du risque de panne du support choisi par temps d'orage, c'est à dire au moment où la connaissance des données est essentielle. Rappelons les problèmes de la Seine Saint-Denis lors de la mise en application de leur premier système de gestion automatisée (cf. historique). C'est une des raisons pour laquelle les techniciens ont changé d'orientations techniques et ont opté pour un système dit décentralisé, hiérarchisé, diminuant ainsi les risques de panne.

Trois types de support sont possibles, mais aucun n'est réellement fiable:

- le réseau "radio" (fréquence 32 MHZ ou 440 MHZ), mais il peut parfois être réservé à des usages particuliers (cas de la Région Parisienne),
- le réseau PTT autocommuté qui est le moins cher en exploitation mais le moins rapide en transmission,
- le réseau "filaire" de lignes PTT spécialisées ou de lignes privées.

C'est le plus utilisé. Toutefois son coût est élevé (100.000 francs d'investissement dépensé à Toulouse en 1981) et sa fiabilité par temps d'orage laisse aussi à désirer. D'où l'intérêt des systèmes de gestion automatisée décentralisée, laissant la possibilité d'une reprise en main de la gestion hydraulique du réseau par les stations locales en cas de panne des supports de transmission.

d) Les organes de régulation

Peu de renseignements ont pu nous être fournis à ce sujet. Une étude vient d'être confiée à la société du Canal de Provence dans le cadre du groupe de travail du STU pour évaluer la spécificité de ces organes vis à vis d'une gestion automatisée des réseaux d'assainissement, et les problèmes que rencontrent les exploitants.

On peut toutefois signaler que le problème le plus crucial semble dû aux temps de manoeuvre minima dont dispose l'exploitant face à une gestion automatisée en ligne. Le marché étant réduit, les fabricants se contentent de proposer du matériel existant pour d'autres problèmes de régulation hydraulique (9).

Néanmoins certaines entreprises se mobilisent dans la recherche d'outils spécifiques à la gestion automatisée des réseaux d'assainissement. On citera:

- EGA qui a déposé un brevet à l'occasion de l'équipement en vannes secteurs d'un bassin de rétention en Seine Saint-Denis (cf. figure 22).

- la SATTE qui réalise actuellement des tests en Seine Saint-Denis sur un procédé de régulation du fonctionnement des siphons déprimés conçu par Mr PONSAR) (cf. figures 24 et 25). Le débit d'air entrant dans la hotte permet de régler le débit d'eau. Il est commandé électriquement par une vanne pneumatique pouvant suivre les importantes variations de débit. Les résultats sont satisfaisants (9)(23).

Par ailleurs la Seine Saint-Denis continue d'expérimenter des déversoirs d'orage à seuil variable type barrage gonflable. Les barrages "à eau" semblent plus satisfaisants que les barrages "à air" (problème d'ancrage sous influence aval) (9).

En conclusion, nous pouvons dire que les obstacles techniques ne paraissent pas insurmontables. Sans cesse des progrès sont faits suite à une série de tests et d'expérimentation. Certaines entreprises se mobilisent (EGA, SOFREL, ENDRESS et HAUSER, CR2M, EMR) notamment des petites dont le rôle n'est pas négligeable du fait de leur plus grande souplesse d'adaptation. Les prix de certains produits commencent à chuter (micro-ordinateurs locaux notamment).

La plupart des collectivités engagées dans la gestion automatisée des réseaux d'assainissement disposent donc ou disposeront bientôt de dispositifs techniques et de l'équipement informatique nécessaires (cf.annexe 10).



Fig.22: Vanne secteur formant seuil, vue d'aval. Au dessus le verrin de commande.

Source: A. BACHOC (9)

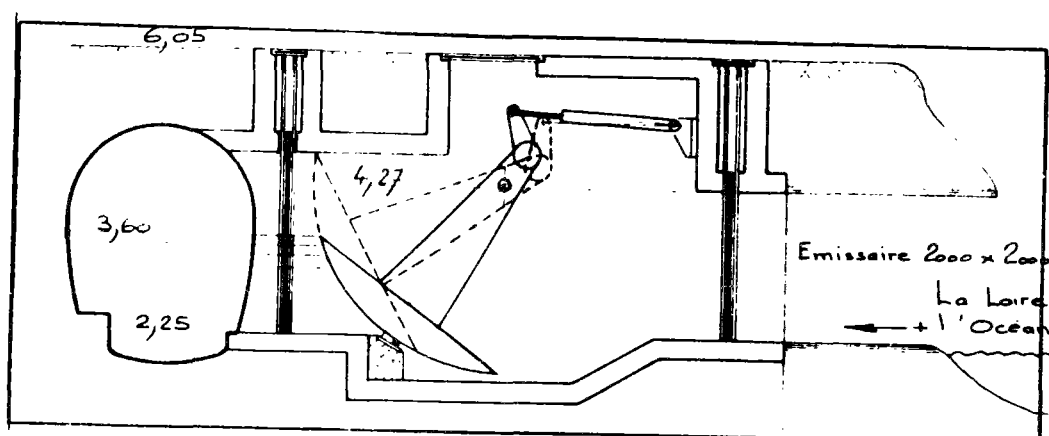


FIG.23: Vanne secteur type E.G.A.

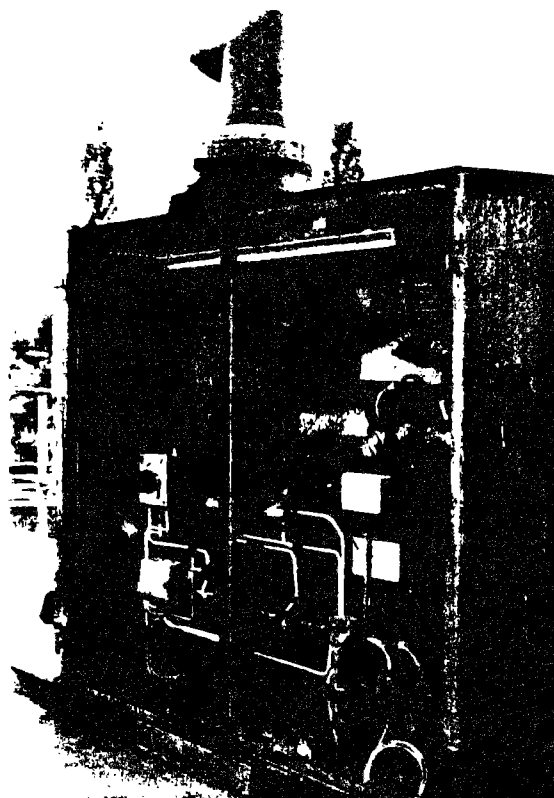


FIG.24 : Armoire de commande de l'entrée d'air dans la hotte d'un siphon déprimé.

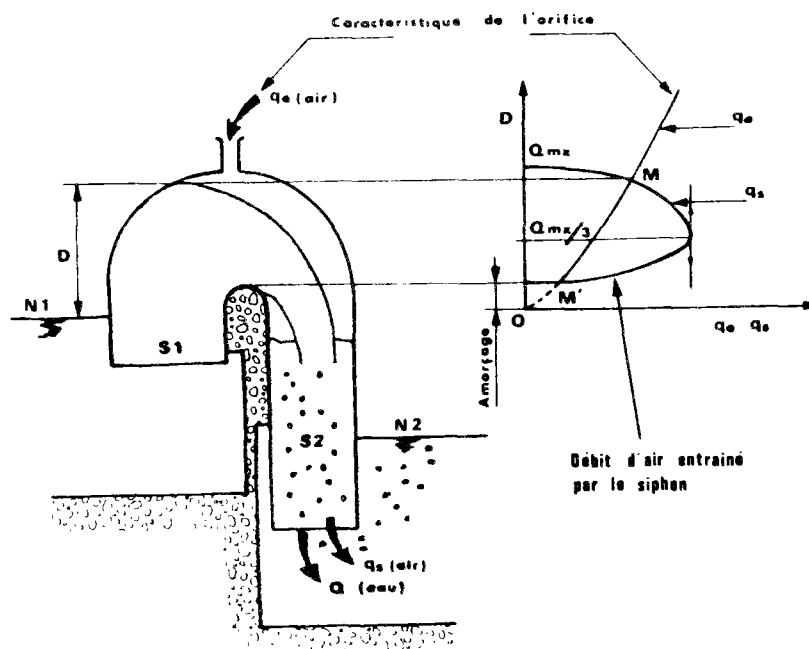


FIG.25 : Schéma de fonctionnement d'un siphon déprimé.

2/ Incitations nationales à la gestion des réseaux

Notre enquête nous a permis de repérer que le niveau central pouvait avoir de l'influence sur les actions engagées concernant la gestion des réseaux d'assainissement. Pour mieux saisir le rôle que jouait ce facteur d'ordre général, nous avons complété les résultats de notre enquête par une étude des textes législatifs et du rôle des institutions concernées par la gestion automatisée (bailleurs de fond, services techniques administratifs compétents).

a) Les textes législatifs et réglementaires

Nous avons vu qu'en Seine Saint-Denis, un des seuls textes ayant eu réellement de l'influence sur la mise en application d'une gestion automatisée fut la loi du 16 décembre 1964 définissant la politique nationale de l'eau. Cette loi vise la gestion des ressources en eau et la protection du milieu naturel. "L'objectif fixé est de satisfaire l'ensemble des besoins en limitant les concurrences entre divers usagers et en préservant au maximum le milieu naturel" (24).

Cette loi institua une véritable police des eaux sur le plan de la qualité et mit en place la délivrance d'autorisation pour tout rejet. De ce fait le réseau d'assainissement s'est vu attribuer une nouvelle fonction qui n'était plus simplement de respecter "les règles de l'hygiène publique" (25) impliquant "l'évacuation rapide et continue de tous les déchets fermentescibles"(25) relative à l'instruction technique de 1949, mais il devait également respecter les normes de qualité des eaux usées imposées par le Ministère de l'Environnement (26). Actuellement ces normes rentrent dans le cadre des cartes départementales d'objectifs de qualité qui sont rendues obligatoires (circulaire ministérielle du 19 mars 1978) et doivent être coordonnées à l'échelon de la Région et du Bassin. Le Ministre de l'Environnement et du Cadre de vie a demandé aux Présidents des Comités de Bassin de faire établir des schémas d'aménagement des eaux par sous-bassins (lettre du 19 juillet 1978) où doivent être définis les objectifs de la politique de l'eau

tant en quantité qu'en qualité, et où doit être dressée la liste des équipements à réaliser pour les atteindre.

Ainsi, de très nombreuses stations d'épuration destinées à traiter les eaux usées des réseaux d'assainissement avant de les rejeter au milieu naturel ont été construites (dans les années 70, plus de 6000 stations ont été mises en service). Leur capacité de traitement a atteint 48 millions d'équivalents-habitants en 1980 (27). Cependant à peine les 2/3 seulement sont utilisés. Dans un numéro d'"Actualité Environnement" on peut lire qu'en 1978, "Sur 80 millions d'équivalents-habitants de pollution brute produite en un an, 67 millions environ transitent par le réseau des communes et à peine 30 millions arrivent aux stations. Trois causes principales expliquent ce phénomène:

- l'existence des rejets directs sans ouvrage d'épuration,
- le mauvais fonctionnement des réseaux alimentant les stations,
- l'insuffisance des raccordements des particuliers au réseau de collecte" (28) (cf. figure 26).

Une personne de l'AFBSN déclare: "40% de la pollution des villes ne parvient pas aux stations des réseaux" (29). D'où l'intérêt d'une gestion automatisée contribuant à l'amélioration du fonctionnement des stations grâce à une collecte plus efficace des eaux usées.

La réglementation est dans ce cas, incitatrice de l'innovation technique. Toutefois nous ferons remarquer qu'elle ne concerne que les eaux usées.

Par ailleurs, jusqu'à l'instruction technique de 1977 (30) remettant en cause celle de 1949, la collectivité était tenue de protéger la population de l'orage de fréquence décennale (31). C'est sur cette base que se faisait le calcul des dimensionnements des ouvrages destinés à évacuer les eaux pluviales à l'aide de la formule CAQUOT. Or, nous l'avons vu (cf. historique), le service de la Seine Saint-Denis s'est trouvée dans l'obligation de déborder le cadre de la doctrine officielle du fait d'une situation de l'assainissement inextricable avec le seul recours aux techniques classiques. Il a introduit l'utilisation d'un modèle mathématique de simulation des flux dans le réseau. Aujourd'hui, cette nouvelle circulaire ne bouleverse pas les directives concernant le calcul des débits et des sections, toutefois le champ de validité de la formule CAQUOT est modifié: elle n'est "applicable que pour les

bassins de superficie inférieure ou égale à 200 hectares. Au delà des 200 ha s'impose l'emploi des modèles mathématiques" (31). Les utilisateurs de modèles mathématiques pour la conception de leur réseau ne sont donc plus en "infraction" vis à vis des normes officielles comme l'était la Seine Saint-Denis en 1972. Or un modèle aide à comprendre le fonctionnement d'un réseau et peut conduire à une gestion automatisée (cf. 1ère partie). De plus, cette nouvelle circulaire introduit de façon manifeste le principe des bassins de retenue des eaux pluviales en système séparatif et offre la possibilité de choisir des fréquences d'insuffisance différentes de la fréquence décennale (31).

Même si, "sauf cas de force majeure, (la commune) demeurera responsable de tous les dégâts éventuels résultant soit de l'absence d'égout, soit du fonctionnement d'égout existant" (32), la nouvelle instruction technique est plus souple et ouvre ainsi le champ aux innovations dans lequel s'inscrit la gestion automatisée.

Le caractère extrêmement normalisateur de la CG 1333 de 1949 faisait que l'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées était traitée simplement comme un problème de génie civil alors qu'aujourd'hui toute la philosophie est changée: on gère les eaux pluviales à travers le réseau en s'autorisant les rétentions, les stockages, voire les débordements (31).

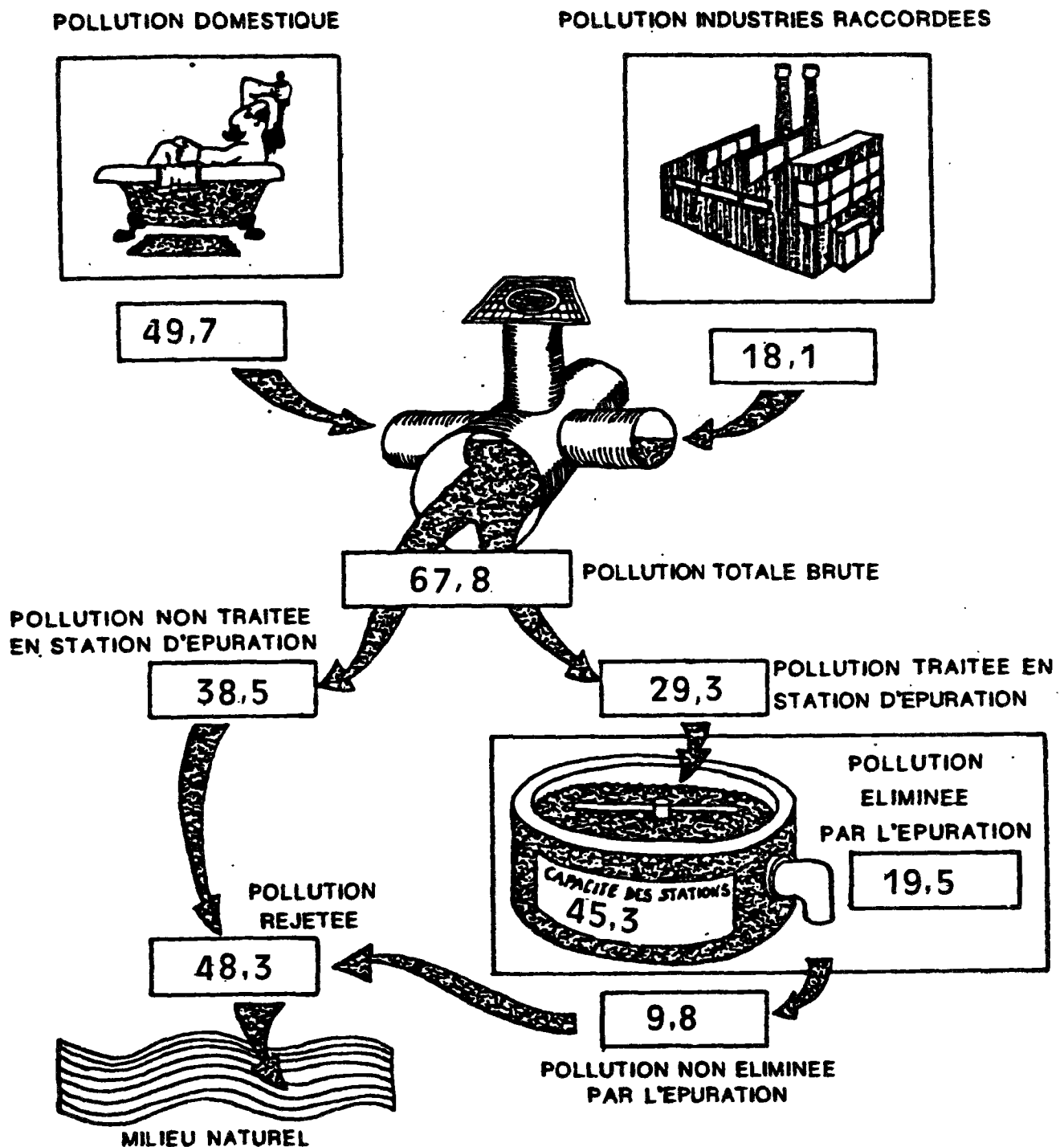
- Enfin, citons le nouveau code de l'urbanisme introduisant les P.O.S. applicables à toutes les villes françaises, qui obligent à poser le problème de l'assainissement à travers les annexes sanitaires. Même si la question est souvent escamotée (cf. facteurs contextuels), cela fera sans doute apparaître certains manques criants que l'autorisation des permis de construire au coup par coup n'avait pas révélée (31). Or la gestion automatisée peut être une alternative si ce n'est un complément d'une programmation (cf. § besoins).

FIG.26

FRANCE ENTIERE

BILAN GLOBAL (1978) DE LA POLLUTION

Collectivités et industries raccordées
en millions d'Equivalents - Habitants



b) Les incitations techniques et financières

Celles-ci se font sentir à travers d'une part les subventions octroyées par les différents établissements publics de l'Etat et d'autre part les organismes administratifs réalisant des études techniques pour le compte des collectivités locales.

b1) Subventions accordées en assainissement

Avant la loi sur la décentralisation de mars 1982, le Ministère de l'Intérieur accordait des subventions aux collectivités locales en matière d'assainissement (décret du 10 mars 1972) dont les taux variaient suivant le type de travaux et les programmes prévus (4). Au cours de ces dernières années on a pu observer un désengagement financier de l'Etat puisque sa part est tombée de 20 à 13% dans les années 70 (4). Cela signifie que les coûts des infrastructures deviennent de plus en plus élevés pour les collectivités locales. Elles ont du mal à faire face "à des situations dans lesquelles le réseau est notoirement insuffisant avec les maigres subventions accordées aux villes quand il faudrait à la fois étendre le réseau en amont pour permettre l'urbanisation et doubler les collecteurs en aval" (31). En cas de besoins importants, il est probable qu'elles rechercheront les solutions les moins coûteuses, et les plus rationnelles comme cela s'est passé en Seine Saint-Denis, ce qui est favorable à la diffusion de la gestion automatisée.

Aujourd'hui, ces subventions sectorielles de l'Etat sont peu à peu remplacées par la dotation globale d'équipement (DGE). Par ce biais, le maire dispose d'une somme forfaitaire englobant les subventions que chaque ministère accordait auparavant au coup par coup. Il en fera l'usage qu'il veut. Toutefois il devra respecter les règles de l'aménagement du territoire définies par la loi approuvant le Plan National telles que les engagements prioritaires du IXe Plan. Or le IXe Plan a prévu, pour combler le retard d'équipement, une montée en puissance des crédits consacrés aux travaux d'assainissement: "de 4 milliards de francs par an actuellement ils doivent atteindre 6,5 milliards en 1989" (33) (rappelons que les réseaux représentaient, en 1980, plus de 80% du coût public total de l'investissement en matière d'assainissement). Un effort doit donc être poursuivi dans ce domaine

par les collectivités locales. Celles-ci gagnant de l'autonomie avec la loi sur la décentralisation, le pouvoir incitateur des AFB, des Régions, et des Départements exercé par le biais de leurs aides, sera très important.

En effet, aux subventions de l'Etat s'ajoutent celles de ces 3 institutions, le montant total des aides ne pouvant dépasser 80%. Notre enquête ne nous a pas permis d'avoir des informations précises concernant le rôle que jouent ces différentes institutions sur la gestion automatisée des réseaux, toutefois nous pouvons donner quelques indications:

- Les Départements contribuent au financement d'études ou de travaux concernant l'amélioration du fonctionnement des réseaux lorsque l'intérêt de ces études ou travaux est d'ordre départemental (exemples à Rennes et au Havre). Aucune subvention départementale n'a semble-t-il été destinée à la gestion automatisée des réseaux d'assainissement.

- Les Régions subventionnent des études et des travaux d'investissement destinés à l'amélioration de la qualité du milieu récepteur et à la lutte contre les inondations, notamment lorsqu'un contrat de Plan Etat-Région a été signé et que ces objectifs y sont mentionnés. On citera à ce propos:

- . le contrat de Plan de la région Ile de France. Le Conseil Régional a décidé de placer l'eau dans ses priorités du IXe Plan de manière à "garantir et améliorer la ressource". Il souhaite "définir et coordonner les grandes actions d'aménagement des cours d'eau et de lutte contre les inondations" (34). Il a souhaité contracter avec l'Etat "un engagement tendant à soutenir les actions suivantes:

- objectif Seine Propre
 - lutte contre les inondations
 - soutien des étiages de la Seine

"Une action volontariste pour maintenir la qualité actuelle de l'eau est nécessaire, compte tenu de l'évolution prévisible de l'urbanisation et du retard accumulé en matière d'assainissement" (34).

Il est établi, dans la dernière version du volet d'assainissement du SDAU, les orientations de l'action de restauration de la qualité de la Seine à l'échelle du bassin avec pour échéance 2010. Le texte définitif a été approuvé le 17 avril 1984 (35). Le programme "Seine Propre" prévoit un montant de 2 milliards 850 millions de francs de travaux. La Région s'engage à affecter 500

millions de francs au cours du Plan. Les gestions automatisées entreprises par la Seine Saint-Denis, le Val de Marne, les Hauts de Seine, le SIAPP contribuent à cet engagement vis à vis de la qualité des eaux de la Seine. La participation des maîtres d'ouvrage sera de 1 milliard 400 millions de F (35). On notera que les membres du Groupe Communiste se sont abstenus dans l'adoption du contrat de Plan, toutefois ils ont porté une appréciation positive sur les chapîtres concernant l'eau et l'environnement (35), ce qui confirme ce que nous avons évoqué pour la Seine Saint-Denis (cf. 1ère partie).

. le contrat de Plan de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Un programme d'assainissement du littoral a été établi en novembre 1979 par l'EPR. Il a été fixé à 770 MF (contre 740 MF pour le schéma routier régional) (36). Par ailleurs les crédits accordés pour ce programme concernent essentiellement la construction des stations d'épuration de Nice et Marseille. La gestion automatisée des réseaux y est donc très marginale.

Les Régions sont chargées de coordonner les actions destinées à atteindre les objectifs de la politique de l'eau tant en qualité qu'en quantité (circulaire du 19/7/84 du Ministère de l'Environnement). Elles sont tenues d'accorder des crédits de telle sorte que les travaux entrepris soient bénéfiques en même temps. Elles jouent donc un rôle de chef d'orchestre lorsque plusieurs actions de gestion automatisée sont lancées en même temps (cas de la Région Parisienne).

- Les Agences Financières de Bassins (AFB) subventionnent des actions contribuant à l'amélioration de la qualité du milieu récepteur. Ce sont des établissements publics de l'Etat créés suite à la loi de 1964, qui réalisent des études et participent financièrement aux opérations d'aménagement des ressources en eau ou de lutte contre la pollution d'intérêt commun au bassin (24). Ce sont les outils d'exécution des Comités de Bassin au sein desquels sont associés l'administration centrale, les élus, les usagers.

Les agences de bassin sont au nombre de six (une par bassin hydrographique). Elles sont dotées de moyens financiers autonomes et agissent par l'incitation et non par la contrainte, associant les élus locaux à la définition de leurs programmes. Elles mobilisent des fonds par l'intermédiaire des redevances "pollution" (principe du "pollueur-payeur") et les utilisent pour contribuer à l'exécution d'études et d'ouvrages. Leur pouvoir incitateur

est très fort du fait de l'importance du taux des subventions qu'elles peuvent accorder.

Vu les causes de mauvais fonctionnement des stations d'épuration, après avoir aidé pendant de nombreuses années à leur financement et à leurs études, elles mènent actuellement des actions en faveur des réseaux d'assainissement. Dans leur 4ème programme (1982-86), elles veulent obtenir des collectivités "une meilleure prise en compte de l'état actuel et du fonctionnement des réseaux existants" (2).

Elles financent (24):

- "- des études de diagnostic permettant de détecter les apports d'eaux propres et de définir les moyens pour y remédier,
- des travaux de désengorgements des réseaux (entrées d'eaux de nappes et drainages de sources, fuites d'eaux usées vers le milieu récepteur),
- la suppression des branchements d'eaux pluviales sur le réseau d'eaux usées,
- l'aide au bon remplissage des stations."

Dans la mesure où une gestion automatisée d'un réseau permet de contrôler les entrées d'eaux parasites, de remédier aux problèmes posés par les mauvais branchements, les agences de bassin favorisent sa mise en application. Elles ont déjà suscité l'installation de systèmes de télésurveillance pour prévenir des pannes dans les stations et postes de relèvement (33), ainsi que des dispositifs d'aide à la connaissance du fonctionnement hydraulique du réseau qui peut être acquise par une gestion automatisée d'aide à l'exploitation classique (cas du syndicat de l'Orge). Tout système de gestion automatisée visant l'amélioration de la qualité du milieu récepteur ne peut donc qu'être incité par les AFB, dans la mesure où l'on n'oublie pas les autres solutions (en amont et à l'aval du réseau et lors de sa conception)(37).

Ainsi, cette nouvelle technologie appliquée aux réseaux d'assainissement entre tout à fait dans les incitations du Ministère de l'Environnement au travers des Agences Financières de Bassin:

"La remise en ordre des réseaux de collecte des eaux usées et des eaux de pluies dans les grands centres urbains, une conception nouvelle de leur

gestion qui doit prendre en compte les problèmes liés aux eaux de ruissellement, constituent dans les années à venir un effort important et indispensable pour obtenir une amélioration significative de la qualité de nos rivières"... "d'importants efforts de mesures, de recherches, de tests d'installations pilotes, doivent être poursuivis pour définir les conceptions les plus efficaces" M. LESQUEF - AFBSN mars 1978 (29).

Le responsable de la Direction de la Prévention des Pollutions du Ministère de l'Environnement déclare en janvier 1984: "Pour les villes un effort vigoureux doit être fait pour moderniser, développer et mieux gérer les réseaux d'assainissement"(38).

Toutefois, la gestion automatisée des réseaux d'assainissement est une solution récente et les AFB n'ont pas pu encore se rendre compte de son intérêt dans la mesure où l'on attend encore des résultats. C'est pourquoi, lors de notre enquête, nous n'avons pratiquement pas rencontré de cas où la gestion automatisée était financée en partie par les AFB. Cependant aujourd'hui, celles-ci poussent aux études de diagnostic du fonctionnement des réseaux (Rennes, St Malo, Lyon, Le Havre) qui peuvent donner suite à des solutions du type d'une gestion automatisée. De même qu'elles poussent à l'expérimentation d'ouvrages qui peuvent s'intégrer dans une gestion automatisée (séparateur statique tourbillonnaire en Seine Saint-Denis, déversoirs d'orage à Lyon, séparateur de flots à Lille, bassins de rétention au Havre). Le montant des subventions pour les études atteint fréquemment 50% (Rennes, St-Malo, Le Havre). Rappelons qu'en Seine Saint-Denis, l'AFBSN avait subventionné à 50% la première année de fonctionnement de la cellule pollution. Or celle-ci a eu un rôle non négligeable dans l'émergence de la gestion automatisée (cf. 1ère partie).

On entre donc dans une période où l'accent au niveau national est mis sur les réseaux d'assainissement. Non seulement un retard a été pris au niveau de l'équipement mais également de nombreuses anomalies de conception, d'usage et d'exploitation sont observées (cf. annexe 7). Une gestion automatisée peut dans de nombreux cas d'anomalies, servir de remède (déversoirs d'orage mal conçus, mal réglés ou fonctionnant à l'envers par temps de pluie, réseaux mal dimensionnés, défaut de prise en compte de la pollution pluviale, dilution des eaux usées par des eaux claires dans les réseaux séparatifs, manque de contrôle des rejets...), sans pour autant remettre en cause complètement la structure du réseau.

Remarque: Il semble difficile de contrôler la bonne conception d'un réseau puisque en 1978, l'Agence de Bassin Seine Normandie (AFBSN) fait remarquer que "le taux de mauvais raccordements peut atteindre 40% dans les zones anciennes et 20% dans des zones pourtant urbanisées récemment" (29).

Même si la gestion automatisée ne guérit pas la cause du mal, elle diminue la souffrance grâce à des solutions qui ne coûtent pas trop cher comparativement au coût d'un réseau d'assainissement (cf. § contexte économique).

Cependant les AFB ne peuvent financer que des opérations "eaux usées". Toute intervention concernant la lutte contre la pollution apportée par le réseau pluvial ne peut donc bénéficier de leur aide. De plus, le blocage des prix des services d'eau et d'assainissement (donc de la redevance pollution) institué en juillet 1982 (loi n°82-660)(11) gêne actuellement les AFB. Celles qui avaient affiché leur politique en faveur des réseaux dans leur 4ème programme (1982-86) se sont alors retrouvées en difficultés financières et n'ont pu accorder toutes les subventions promises. Pour illustrer cela nous citerons le cas de l'AFBSN dont le programme initial était de l'ordre d'un milliard de francs et qui a été ramené à 786 millions de francs après sa révision.

La situation de crise économique dans laquelle le gouvernement applique une politique anti-inflationniste empêche que l'effort d'épuration ne s'accroisse jusqu'au niveau souhaitable pour la qualité des eaux (39). Néanmoins cette situation devrait favoriser les solutions qui visent à améliorer le fonctionnement de l'existant sous-jacentes à une gestion automatisée, dans la mesure où celle-ci peut apporter une nette amélioration du point de vue qualitatif avec un coût relativement peu élevé.

b2) Services techniques administratifs compétents

Nous distinguerons les services intérieurs des services extérieurs de l'Etat qui jouent un rôle important sur les choix techniques optés par les collectivités en matière de gestion des réseaux d'assainissement.

- Les services intérieurs de l'Etat: la division des équipements urbains du Service Technique de l'Urbanisme (STU) du Ministère de l'Urbanisme et du Logement se charge (40):

- d'élaborer et de diffuser les recommandations techniques destinées aux praticiens de l'urbanisme,
- d'apporter son assistance technique aux services extérieurs ou à ceux des collectivités locales,
- de contribuer aux actions de formation des personnels,
- d'organiser des échanges d'expérience entre techniciens de l'Etat et des collectivités locales, de diffuser le savoir-faire,
- de rassembler et d'exploiter la documentation relative à l'assainissement (mais aussi à la voirie, à l'énergie...).

Monsieur QUILLIOT, lors de sa visite en octobre 1981 au STU, a souligné que ce service a été créé par arrêté du 5 juillet 1976 afin (40):

"- de contribuer à une meilleure prise en charge au niveau local des problèmes opérationnels"...

"- de rassembler un potentiel de praticiens de haut-niveau dont la mission sera de répondre aux besoins des collectivités locales et des services extérieurs et promouvoir l'innovation et la qualité des opérations"...

"- d'apporter une assistance technique à la demande, participation au montage et au suivi d'expériences sur le terrain, diffusion du savoir-faire."

On voit ainsi que la Division des Equipements Urbains du STU peut jouer un rôle clef dans la diffusion de la gestion automatisée. Dès 1981, un groupe de travail a été créé sur cette nouvelle technologie où chercheurs et praticiens se confrontent pour échanger leurs expériences et savoir-faire. Ce groupe est là pour mettre en garde certaines initiatives contre les erreurs qui ont pu être faites, pour conseiller techniquement les collectivités, pour diffuser l'information sur la gestion automatisée grâce à des cahiers techniques qui vont prochainement être édités.

Cependant les avantages d'une gestion automatisée sont encore trop flous par rapport à d'autres initiatives pour que le STU se permette d'inciter les collectivités locales à l'utiliser. Par contre il pousse les organismes de recherche à se lancer dans des études d'optimisation technique et d'adaptation.

Il est intervenu dans la définition des orientations de la première action engagée dans le cadre du Plan Urbain (constitué suite au programme prioritaire de recherche et d'innovation "Urbanisme et Technologies de l'Habitat" annoncé publiquement le 20 janvier 1983) consacrée au thème de la connaissance et de la gestion du "cycle de l'eau dans la ville". C'est dans le domaine des réseaux d'assainissement que l'écart a été jugé le plus grand entre "les activités de recherche qui sont très faibles et les besoins qui sont eux, par contre, immenses" ... "Il importe aujourd'hui de rechercher une exploitation optimale des ouvrages en place"(15).

Malgré la décentralisation, l'Etat se "fait obligation d'engager sa responsabilité dans la politique de recherche" du fait de "l'importance que représente pour la nation des progrès substantiels et possibles dans la maîtrise des problèmes liés au cycle urbain de l'eau"... "Les technologies de pointe faisant appel à l'informatique et à l'électronique devraient engendrer de grands progrès dans l'exploitation des réseaux permettant des formes de gestion automatisée, mais nous constatons une insuffisance des connaissances de bases nécessaires à l'établissement de programmes de gestion fiables" (15). L'Etat suscite donc la recherche dans ce domaine et précise qu'"une association étroite des collectivités locales à la politique de recherche s'avère indispensable"... "La nécessité de progresser en s'appuyant largement sur des cas concrets est évidente" (15). C'est donc le rôle du STU d'encadrer techniquement ces recherches sur le terrain et d'en diffuser l'information. Ce sera le rôle du Plan Urbain que de les inciter (subventions accordées) et de les suivre. Des groupes d'action régionale formés de chercheurs, praticiens de l'eau et maîtres d'ouvrage ont été constitués récemment et peuvent bénéficier de l'aide technique du STU.

Par ailleurs, la division des équipements urbains met à la disposition des maîtres d'oeuvre certains outils techniques pouvant servir à la gestion des réseaux d'assainissement: un modèle mathématique de simulation des écoulements et ruissellement (RERAM) est déjà largement utilisé (Lille, Marseille, Seine St-Denis, Val de Marne ...), tandis qu'un modèle permettant de mesurer la pollution entraînée par les eaux pluviales est sur le point de l'être .

Remarque: les prototypes de ces outils sont élaborés soit par des organismes publics de recherche (LHM de Montpellier pour RERAM), soit

par les Centres d'Etudes Techniques de l'Equipement qui, eux aussi, jouent un rôle dans la diffusion de la gestion automatisée.

- Les services extérieurs de l'Etat: Lorsque les niveaux locaux sont dépourvus de structure pouvant assurer la maîtrise d'oeuvre des opérations d'investissement, ils s'adressent aux DDE ou DDA (selon la taille de la collectivité).

En fait seules les DDE sont concernées par la gestion automatisée, celle-ci ne s'appliquant qu'aux grandes agglomérations (≤ 50.000 habitants). Or les DDE ont toujours fait leur réputation sur le volume des travaux d'équipements réalisé. Mais nous avons vu que cela ne constituait pas un facteur de blocage (cf. § type de personnel).

De plus, une gestion automatisée risque de créer une certaine concurrence entre les différents services susceptibles d'assurer la maîtrise d'oeuvre des réseaux. On peut penser que si les DDE ne veulent pas qu'on leur enlève une partie de leurs tâches au profit de services locaux ou de bureaux d'études et d'entreprises privés plus souples vis à vis de la demande des maîtres d'ouvrage et prêts à innover, il faudra bien qu'ils se penchent sur la gestion automatisée. D'ailleurs, nous avons vu que celle-ci a démarré chez eux (Seine Saint-Denis) ce qui montre qu'ils peuvent s'y intéresser. De plus les DDE, soit seules, soit en s'appuyant sur les CETE, possèdent la "matière grise", leur permettant de poursuivre les recherches lancées en matière de gestion automatisée. Cependant ces services ont souvent une position de prudence et de neutralité technique (41), ce qui semblerait peu favorable à l'innovation. Néanmoins, on peut observer que les 3 services d'assainissement départementaux pris en charge par les DDE se lancent dans la gestion automatisée des réseaux d'assainissement.

3/ Groupes d'acteurs favorables à une gestion automatisée

Cette fois nous allons nous éloigner un peu de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement vue au travers des collectivités locales, c'est à dire responsables d'un service public rendu, pour nous tourner du côté de la

technologie et de l'enjeu que celle-ci peut représenter pour les différents acteurs qui participent à son élaboration et qui peuvent inciter à sa mise en application.

a) Les experts en assainissement

Les collectivités ne disposant pas de structures suffisantes pour mener elles-mêmes les études concernant la recherche de l'amélioration du fonctionnement de leur réseau, font appel à des bureaux d'études privés ou publics.

Des organismes publics de recherche tels que l'IRCHA, le LCPC, le CEMAGREF, la Météorologie nationale... sont sous la tutelle de différents ministères. D'autres sont rattachés à des établissements d'enseignements (LHM de Montpellier, INSA de Lyon, IMF de Toulouse, CERGRENE (ENPC)...). En ce qui concerne la recherche privée, elle s'appuie essentiellement sur les grands groupes et leurs filiales qui sont la SLEE (SAFEGE, CENELT), la CGE (Anjou-Recherche), ou bien sur des sociétés comme la SOGREAH, HYDRATEC, Société du Canal de Provence (société para-publique)...

Or dans ces organismes se trouvent des personnes hautement qualifiées appartenant à des structures de recherche qui ont l'habitude d'utiliser des techniques modernes pour chercher à résoudre les problèmes. Une certaine concurrence existe entre elles, et chacune préconisera des méthodes à la pointe du progrès (modèles de simulation des écoulements dans les collecteurs...). La réalisation technique d'un système de gestion automatisée peut offrir à ces structures un "créneau" dans lequel elles peuvent se faire une bonne carte de visite dans la mesure où elles ont le monopole sur un terrain d'expérimentation (SAFEGE à Bordeaux, Anjou-Recherche à Arras...).

Le fait qu'elles peuvent présenter aux collectivités des solutions modernes à des coûts acceptables a une influence certaine sur les choix que les collectivités devront opérer (notons par exemple que Bordeaux, Nancy, St Malo, Orléans sont en contact avec la SAFEGE...).

"Après le temps des travaux d'infrastructure vient celui des méthodes de gestion, d'efficacité d'exploitation, voire d'optimisation" déclare Mr ARNAUD d'Anjou Recherche en décembre 1983.

Cependant les experts reconnaissent que de progrès doivent être faits dans le domaine de l'assainissement et que les systèmes "clefs en main" n'existent pas encore pour une gestion dynamique optimisée en temps réel: "Si la tentation de l'automatisation est évidente en raison des progrès considérables réalisés dans ce domaine au cours des quinze dernières années et de l'abaissement relatif du prix du matériel, il semble tout aussi évident que la gestion automatisée en temps réel ne puisse être mise en oeuvre aujourd'hui sans de nombreuses études préliminaires et de longues périodes d'expérimentation" (42).

La gestion automatisée des réseaux en temps réel en est à ses balbutiements: "Au stade actuel de nos connaissances, la réalisation d'une gestion optimisée relève globalement d'un certain empirisme" (42).

Or il semble que les maîtres d'oeuvre souhaiteraient bien souvent disposer d'une caution technico-scientifique (39) que les experts ne peuvent encore donner de façon formelle à l'heure actuelle.

Il faudra donc encore attendre un certain temps avant que ces acteurs soient réellement influents sur les collectivités locales. Néanmoins les expérimentations se multiplient chaque jour et les experts acquièrent de l'assurance.

b) Des acteurs à la recherche d'une image moderne

Les techniques de gestion automatisée sont très à la mode en ce moment. Elle s'appliquent déjà depuis plusieurs années à l'eau potable, au trafic urbain, aux réseaux de chauffage, au réseau électrique, aux réseaux de gaz, aux canaux et rivières, aux flux pétroliers etc... Elles sont le signe d'une évolution globale vers une gestion plus moderne et performante des réseaux.

Ces techniques sont plus avancées dans certains domaines que dans d'autres et l'on peut s'étonner que l'assainissement soit en retard par rapport au reste.

Si l'on suit cette voie de raisonnement, on a l'impression que, quasi fatalement, l'assainissement ne saurait échapper à la gestion automatisée. Une société moderne telle que la nôtre doit se faire un devoir d'utiliser des méthodes modernes de gestion.

Mais ceux qui développent de tels arguments et s'étonnent que la gestion automatisée en assainissement soit en retard par rapport à l'eau potable par exemple, connaissent sans doute mal ce domaine. Il est, technologiquement, beaucoup plus complexe à maîtriser à cause du caractère aléatoire des événements à contrôler, des écoulements qui s'effectuent en surface libre de façon non permanente et dans un milieu corrosif (donc agressif pour l'électronique), avec des possibilités de délestage et de stockage limitées du fait d'une conception déjà ancienne et du coût élevé de tous travaux neufs qu'il faudrait envisager (un réseau d'assainissement est rarement maillé). De plus, la gestion automatisée des réseaux d'assainissement n'est pas, comme pour l'eau potable, un moyen destiné uniquement à accroître la sécurité de fonctionnement du réseau et à réduire les équipes de surveillance (cf. § contexte économique). Le parallèle qui est fait entre les différents domaines va quelquefois un peu trop vite et l'on a tendance à vouloir appliquer des moyens en oubliant les objectifs, ce qui a conduit à des réorganisations techniques (1er système de Seine Saint-Denis, 1er système de la Baule). Il ne faut pas oublier que c'est du choix de ces objectifs que dépendront les éventuelles modifications de structure du réseau.

On pouvait entendre, au cours d'une journée d'études organisée en décembre dernier sur le thème de "l'informatique et l'automatisme dans l'exploitation des réseaux d'assainissement", des ingénieurs connaissant bien le domaine de l'eau potable dire: "Il faut à l'heure actuelle justifier l'automatisation par un gain"... "Il faut à tout prix démontrer qu'une meilleure gestion doit permettre une économie". Est-ce là le seul objectif poursuivi par une gestion automatisée des réseaux d'assainissement? Qu'en est-il de celui de l'amélioration de la qualité du milieu récepteur? Peut-on à l'heure actuelle prouver que cette nouvelle pratique permet de réaliser des gains? A part la

Seine Saint-Denis, qui a pu le faire? Là encore, les experts mettent en garde: "C'est bien sûr la solution la plus séduisante. Mais si cette vision de la gestion est tout à fait légitime, elle ne saurait se concrétiser à moindre prix que lorsque seront mieux connus les phénomènes qui la motivent (hydraulique des réseaux, pluviométrie, qualité des eaux, impact sur les milieux récepteurs etc...)" (42).

Quoi qu'il en soit, et malgré ces mises en garde (qui traduisent bien d'ailleurs l'existence du phénomène), l'idée que l'assainissement doit être géré de façon moderne et donc automatisée reste très forte.

Le parallèle qui est établi entre les systèmes de gestion automatisée appliqués à différents réseaux techniques, traduit une aspiration de la part de certains acteurs à une image de modernisme. Cette image pourrait être recherchée:

- par une certaine tendance politique. Mais parmi les collectivités étudiées, rien de flagrant à ce niveau nous est apparu. Aussi bien des villes de gauche que de droite ont un projet de gestion automatisée. C'est d'ailleurs plus aux techniciens de se déterminer, la complexité de la technique n'étant généralement pas perçue par les élus. (cf. § contexte politique). Néanmoins, on remarquera que les collectivités qui se montrent ou se sont montrées plus prudentes dans la mise en oeuvre d'une gestion automatisée des réseaux d'assainissement sont plutôt à tendance politique du côté de l'opposition (SIAAP, Lyon, St Malo, Orléans, Bordeaux). Toutefois, trop de facteurs sont en jeu pour que l'on puisse trancher sur le réel poids qu'exerce ce facteur dans le choix d'une technique moderne de gestion. Notons tout de même qu'une gestion automatisée est certes symbole de modernisme, mais par ailleurs, elle renforce la responsabilité des pouvoirs publics vis à vis des nuisances que pourrait causer le réseau d'assainissement. En effet, avec une gestion moderne utilisant des techniques à la pointe du progrès, comment peut-on justifier le fait que l'on n'ait pu prévoir le phénomène responsable des débordements ou de pollution accidentelle? Il s'agit donc bien là d'un choix correspondant à un engagement politique.

Par ailleurs nous avons vu que si les pouvoirs politiques avaient peu d'influence quant au choix de la technique, ils en avaient au niveau de la

souplesse budgétaire qui est un facteur favorable à la diffusion de l'innovation (cf. § contexte politique). Or, notre enquête nous révèle qu'aussi bien des villes de droite que de gauche réalisent des efforts importants d'investissement en assainissement (Bordeaux, Nancy, Marseille, Le Havre, Seine St-Denis) (cf. annexe 9).

- par des sociétés fermières concurrentes. Celles-ci sont peu nombreuses en assainissement mais le savoir-faire dont elles disposent semble constituer un bon argument commercial dans la négociation des marchés d'affermage (22). Ces sociétés gèrent également les réseaux d'eau potable des collectivités et, pour un temps, les stations d'épuration qu'elles ont conçues. Elles possèdent donc un acquis dans le domaine de la gestion automatisée du fait de leurs activités diversifiées sur le plan horizontal. D'où la tentation d'appliquer cette pratique moderne à l'assainissement. Il n'est pas rare d'ailleurs de voir des systèmes de gestion automatisée des réseaux d'assainissement se coupler avec ceux de la station d'épuration (Toulouse, Rennes) ou d'une station de prétraitement (Nice, Marseille), ou encore avec la gestion automatisée du réseau d'eau potable (Nancy, Le Havre). On utilise alors les mêmes outils de traitement de l'information, les mêmes lignes de télétransmission, le même personnel d'astreinte (Toulouse, Caen). Comme nous l'avons vu (cf. § maîtres d'oeuvre), les sociétés fermières ont intérêt à multiplier leurs expériences en gestion automatisée des réseaux d'assainissement afin de se situer à un niveau égal de concurrence. On se rend compte toutefois que leurs expériences sont encore très limitées (Bordeaux, Nancy, Arras, La Baule, Marseille). Elles peuvent être le fait d'individualités particulières mais ne pas encore correspondre à la véritable politique des groupes. On notera que la SLEE avait devancé la CGE dans ce domaine, puisque cette dernière ne s'intéresse à la gestion automatisée des réseaux d'assainissement que depuis 1981 avec l'expérience d'Arras, tandis que la première s'y intéresse depuis plus longtemps à la fois en temps que société exploitante (Bordeaux), et bureau d'études (la SAFEGE à Nancy).

En outre, la mise au point technique ou technologique d'une gestion automatisée dynamique n'étant pas encore parfaitement maîtrisée (cf. § outils sur le marché), des opérations de recherche-développement pourraient être profitables aux entreprises privées (prises de brevets, commercialisation de certains produits...). La diversité des activités des grands groupes de

l'assainissement sur la plan vertical également (production, ingénierie, entretien, conseil, formation, gestion) est sans doute un facteur favorable à la diffusion de la gestion automatisée car ils peuvent s'insérer à plusieurs niveaux du marché (cf. § experts et maîtres d'oeuvre). D'où l'intérêt de développer leurs activités vers cette nouvelle voie technique.

c) Les futurs exploitants et leur formation

En France, l'assainissement n'est pas une discipline en soi. C'est un domaine qui a été traité essentiellement au travers du génie civil car il était directement lié à des problèmes d'urbanisme (construction de collecteurs). C'est pourquoi seuls les ingénieurs des écoles des T.P.E. recevaient une formation spécialisée dans le domaine.

Aujourd'hui l'assainissement est relié à d'autres disciplines. Les premiers problèmes de débordements de réseau ont introduit l'hydrologie (connaissance de la pluie), tandis que les problèmes de pollution des milieux récepteurs ont introduit la chimie et la biologie (traitement des eaux usées). L'assainissement n'est donc plus perçu uniquement sous l'angle du génie civil. De plus en plus on retrouve dans les services traitant ce domaine, des ingénieurs de formation de base très diversifiée (cf. § qualification du personnel). Or, aujourd'hui chaque école d'ingénieurs enseigne à ses élèves les techniques de l'informatique, et la modélisation mathématique y est largement divulguée lui conférant à la fois prestige et commodité d'emploi (39). Il est donc probable que les jeunes, nouveaux venus dans les services d'assainissement, seront plus attirés par des solutions type gestion automatisée leur permettant de mettre en pratique ce qu'on leur aura enseigné, plutôt que par les solutions type génie civil. L'introduction de nouvelles disciplines en assainissement ouvre potentiellement le champ des activités pratiquées dans ce domaine, ce qui est favorable à l'innovation.

4/ Les expériences étrangères

Nous avons vu qu'au départ, la Seine Saint-Denis s'était inspirée des tentatives de gestion automatisée réalisées aux Etats-Unis dans le but de réduire la pollution du milieu récepteur (cf. 1ère partie). Ces tentatives étrangères ont donc largement contribué à l'émergence de la gestion automatisée.

En 1977, l'Agence de l'eau Artois Picardie a organisé une mission d'étude destinée à recueillir de l'information à propos des expériences réalisées aux Etats-Unis sur le traitement des eaux pluviales. L'utilisation des capacités existantes pour stocker les eaux pluviales par une gestion centralisée faisait partie des mesures entreprises dans ce pays (faisaient partie de cette mission des techniciens du STU, du service assainissement de Seine Saint-Denis, des AFB, du LHM de Montpellier...)(43). Ces expériences étrangères ont été évoquées au cours de stages de formation continue de l'ENPC dans les années 1978-79. Par la suite, le STU a publié un rapport d'enquête effectuée sur les systèmes de gestion automatisée des réseaux d'assainissement unitaires dans sept villes des U.S.A. (44). Recemment encore, des rencontres avec les praticiens étrangers ont été organisées (décembre 83)...

Les recherches actuelles effectuées sur les méthodes prévisionnelles établies par les radars, s'inspirent de ce qui se fait en Angleterre, au Japon, en Allemagne, aux Etats-Unis au Canada... De même que l'on s'inspire des modèles d'impact des rejets sur le milieu récepteur des pays anglo-saxons et du Japon.

Ainsi, les chercheurs français suivent de près ce qui se fait à l'étranger en s'en inspirent dans leur investigation. La DDE de Seine Saint-Denis a mené récemment, en collaboration avec le CERGNE, une étude approfondie des systèmes existants ou en projet à l'étranger (9). C'est ainsi que chercheurs et praticiens ont pu dégager l'originalité du système Seine Saint-Denis. Ils critiquent la gestion entièrement automatique de Lima ou Seattle, ou celle entièrement centralisée d'Hambourg ou de Brême (45). Ils se sont aperçus que les systèmes étrangers étaient tournés essentiellement vers un objectif de lutte contre la pollution (45). Ils se considèrent alors en avance pour une gestion automatisée hiérarchisée, optimisée en temps réel, appliquée

à un objectif de lutte contre les débordements. Ils espèrent bien pouvoir exporter leurs techniques qui deviennent peu à peu opérationnelles (9).

La France devrait jouer alors un rôle moteur dans la mise en application de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement. Elle commence à en être consciente et il est probable que cela va motiver les grands groupes exportateurs (SLEE et CGE).

5/ Les médias

Peu de médias s'intéressent encore à la gestion automatisée des réseaux d'assainissement. Il n'y a donc pas encore de véritables relais dans l'opinion grand public pour la gestion automatisée des réseaux d'assainissement. Nous avons pu trouver néanmoins un texte sur le sujet dans le journal d'information du Conseil Régional d'Ile de France de mai 1984 (34). Mais il faut dire que ce thème est complexe et peu d'articles le vulgarise. Ceux-ci sont surtout écrits dans des revues spécialisées destinées aux ingénieurs et techniciens des collectivités locales concernées par le domaine de l'eau (revue de la SHF, revue de l'AGHTM...), et cela depuis 1980 environ. Leur rôle est cependant loin d'être négligeable dans la diffusion de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement. Les textes sont alléchants et mettent en valeur les initiatives d'ici et là (cf. § dynamique propre).

C/ DYNAMIQUE PROPRE AU PROCESSUS DE L'INNOVATION

A côté de facteurs objectifs contextuels ou généraux qui favorisent actuellement l'apparition de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement dans différentes villes, à la suite de l'expérience de la Seine Saint-Denis, on peut observer l'existence d'une dynamique propre, interne au processus de l'innovation, favorable à la diffusion de l'innovation. C'est ce que nous analyserons dans les pages qui vont suivre.

* Mais en quoi consiste cette dynamique propre interne au processus de l'innovation?

Nous avons vu en introduction que le processus de l'innovation pouvait être décomposé en deux phases:

- phase d'émergence de l'innovation
- phase de diffusion qui appartient au processus de l'innovation, car sans elle, l'innovation reste à l'état de potentialité.

Cette seconde phase est nécessairement postérieure à la première sans toutefois que l'on puisse distinguer clairement les limites entre les deux. Elle diffère en tout cas de la première par le fait qu'elle profite de ce qui s'y est passé. C'est à ce stade que se situe la gestion automatisée des réseaux d'assainissement à l'heure actuelle: une idée a été lancée voilà une dizaine d'années en Seine Saint-Denis, des concepts ont été définis (ceux de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement) de façon suffisamment forte pour engager l'assainissement dans une nouvelle problématique. Dorénavant on n'aborde plus les réseaux d'assainissement uniquement sous un aspect de génie civil ou d'écoulement hydraulique simple, mais on y inclut l'hydrologie, l'hydraulique avancée, l'électronique, l'informatique et l'automatique. On ne fait pas qu'entretenir des tuyaux mais on cherche à comprendre ce qui s'y passe et à maîtriser les écoulements (gestion dynamique) par le biais de différents moyens techniques (la modélisation mathématique, l'ordinateur, la télétransmission, les automates) qui n'avaient jamais été utilisés dans le domaine des réseaux d'assainissement, en vue d'atteindre certains objectifs (lutte contre les débordements de réseaux, amélioration de la qualité du

milieu récepteur) correspondant à de nouvelles préoccupations sociales, ou à de nouveaux besoins engendrés par le développement considérable de l'urbanisation qui s'est effectué ces 20 dernières années sur lequel se greffe une période de crise économique (cf. chapitres précédents).

La Seine Saint-Denis a mené sa propre expérimentation, d'autres essais sont tentés ailleurs. Les exemples se multiplient de jour en jour, revêtant différents aspects (cf. chap. classifications) mais dont l'approche technique reste semblable. A présent chaque nouvelle expérience peut profiter de ce qui se passe ailleurs dans la mesure où cela se sait. Il ne s'agit plus d'inventer la problématique mais de l'accepter et l'appliquer. L'adoption de tout ou partie de la gestion automatisée pratiquée en Seine Saint-Denis est alors largement facilitée. Au minimum on y pense. C'est ce que nous appelons la dynamique propre du processus de l'innovation. Nous l'avons séparée des facteurs favorables analysés précédemment pour souligner son importance qui est loin d'être négligeable dans la diffusion de l'innovation. D'après Mr. Doctors (46), le processus du transfert technologique réclame la participation active et l'implication de ceux qui sont à l'origine de l'innovation et de ceux qui sont susceptibles de l'appliquer. Les spécialistes de l'innovation sont d'accord pour dire que les personnes impliquées dans le processus de transfert jouent un rôle central. C'est en quelque sorte, l'aspect fonctionnel du système qui se traduit par la mobilisation de certains acteurs (47).

* Il reste à étudier comment cette dynamique se manifeste, quels sont ses mécanismes, quels sont les canaux de diffusion de l'information.

La gestion automatisée du réseau d'assainissement est née au sein d'un service public. Ses auteurs n'ont donc pas eu à la tenir au secret comme l'aurait fait un groupe privé souhaitant contrôler lui même sa diffusion, mais au contraire ils avaient tout intérêt à diffuser et à valoriser leur expérience, comme nous allons le montrer à présent:

. La DDE de Seine Saint-Denis a organisé une journée d'information en janvier 1975 intitulée "assainissement et pollution des eaux" au cours de laquelle fut présenté par Mr. Bouchet un article intitulé "Réseau de télémesures et de télécommandes pour l'optimisation du fonctionnement du réseau primaire d'assainissement" (48). Ont participé à cette journée, les ingénieurs

des services d'assainissement des départements du Val de Marne et des Hauts de Seine. Ce fut pour eux une première occasion de connaître ce qui se faisait en Seine Saint-Denis. Ensuite, c'est au cours d'un stage organisé par le Service Régional de l'Equipement de la Région Ile de France au début de l'année 1976, que la DDE de Seine Saint-Denis a rendu publique l'information concernant leur système de gestion automatisée (49). Là encore, les deux autres départements de la petite couronne étaient présents. Monsieur MARCHAND a eu à nouveau une occasion d'évoquer l'expérience de Seine Saint-Denis au cours de journées d'information nationales sur le thème de "l'assainissement et la pollution des eaux" organisées en mai 1977 par le Ministère de l'Equipement.

Puis, l'initiative étant née au sein de l'administration de l'Equipement, la diffusion de l'information a largement été reprise par l'école nationale des ponts et chaussées au cours de stages de formation continue qu'elle organise: Mr. Bouchet fut invité à présenter l'expérience de Seine Saint-Denis pour la première fois au cours d'un stage qui eu lieu en Octobre 1978 sur le thème des "mesures et réseaux de mesures dans le domaine de l'eau potable et de l'assainissement". Depuis, chaque année la gestion automatisée des réseaux d'assainissement est évoquée au cours d'au moins l'un de ces stages E.N.P.C. Entre 10 et 25 personnes y participent. On remarquera que, mis à part quelques unes (Lille, Nice, Arras, Rennes, St Malo, Vallée de l'Orge, Nancy), les collectivités auprès desquelles nous avons mené notre enquête ont toutes été représentées par l'un des membres de leur service technique d'assainissement (nous considérons qu'une personne de SOBEA a représenté La Baule) (cf. Tableau n°10). La gestion automatisée des réseaux d'assainissement pratiquée à l'étranger y fut présentée pour la première fois en février 1979 par Monsieur OLIVIER (AFBAP) et Monsieur DESBORDES (LHM de Montpellier). Celle de Bordeaux y fut évoquée en octobre 1979 par Monsieur PEUCHANT.

Au cours du premier stage intitulé "l'exploitation des réseaux d'assainissement" qui eu lieu en septembre 1981, une visite fut organisée en Seine Saint-Denis.

Année et numéro du stage		1978	1979	1980	1981	1982	1978 : Stage n°386 du 24 au 27 Octobre - Aix en Provence (21 présents) " Mesures et réseaux de mesures dans le domaine de l'eau potable et de l'assainissement "
Collectivité représentée		386	440 514 527	716	2231	5431 5702	
Ville de Paris		X	X				1979 : Stage n°440 du 12 au 16 février - Région Parisienne - (20 présents) " Evacuation des eaux pluviales urbaines "
Hauts de Seine		X	X		X		Stage n°514 du 8 au 11 octobre - Aix en Provence (24 présents) " Mesures et réseaux de mesures et de télécontrôle dans le domaine de l'eau potable et de l'assainis- sement "
Bordeaux		X	X	X	X	X	Stage n°527 du 23 au 25 octobre - Aix en Provence (13 présents) " Prise en compte des équipements d'eau et d'assainissement dans les décisions et opérations d'aménagement et d'urbanisme "
Lyon		X					1980 : Stage n°716 du 14 au 17 octobre - Aix en Provence (10 présents) " Les mesures et les réseaux de mesures et de télé- contrôle dans le domaine de l'eau potable et de l'assainissement "
Caen		X					1981 : Stage n°2231 du 22 au 24 sept. Paris (18 présents) " L'exploitation des réseaux d'assainissement "
Toulouse			X				1982 : Stage n°5431 du 8 au 10 juin 82 - Toulouse " L'exploitation des réseaux d'assainissement "
Nantes			X				Stage n°5702 du 14 au 16 décembre - Paris " Mesures, analyses et indicateurs dans le domaine de l'eau potable et l'assainissement "
SOBEA (La Baule)							
Le Havre				X			
Orléans				X		X	
Val de Marne					X		
Marseille						X	
Lille							
Nancy							
Arras (CGE)							
Nice							
Rennes							
Saint Malo							
Vallée de l'Orge							

1978 : Stage n°386 du 24 au 27 Octobre - Aix en Provence (21 présents)
 " Mesures et réseaux de mesures dans le domaine de l'eau potable et de l'assainissement "

Stage n°333 du 21 au 23 novembre - Aix en Provence (24 présents)
 " Prise en compte des équipements d'eau et d'assainissement dans les décisions et opérations d'aménagement et d'urbanisme ".

1979 : Stage n°440 du 12 au 16 février - Région Parisienne - (20 présents)
 " Evacuation des eaux pluviales urbaines "

Stage n°514 du 8 au 11 octobre - Aix en Provence (24 présents)
 " Mesures et réseaux de mesures et de télécontrôle dans le domaine de l'eau potable et de l'assainissement ".

Stage n°527 du 23 au 25 octobre - Aix en Provence (13 présents)
 " Prise en compte des équipements d'eau et d'assainissement dans les décisions et opérations d'aménagement et d'urbanisme ".

1980 : Stage n°716 du 14 au 17 octobre - Aix en Provence (10 présents)
 " Les mesures et les réseaux de mesures et de télécontrôle dans le domaine de l'eau potable et de l'assainissement "

1981 : Stage n°2231 du 22 au 24 sept. Paris (18 présents)
 " L'exploitation des réseaux d'assainissement "

1982 : Stage n°5431 du 8 au 10 juin 82 - Toulouse
 " L'exploitation des réseaux d'assainissement "

Stage n°5702 du 14 au 16 décembre - Paris
 " Mesures, analyses et indicateurs dans le domaine de l'eau potable et l'assainissement "

TABLEAU N°10 - PARTICIPANTS AUX STAGES DE FORMATION CONTINUE DE L'E.N.P.C.

. Mis à part ces exposés de faible audience que nous venons de signaler, la gestion automatisée des réseaux d'assainissement et ses conséquences techniques ont été mentionnées au cours de réunions de plus forte audience:

- Un colloque a été organisé à Nantes par la Société Hydrotechnique de France en septembre 1982 sur le thème de "l'assainissement de demain" au cours duquel participaient plus de 400 personnes. Des débats ont eu lieu à propos des problèmes techniques posés par la gestion en temps réel des réseaux d'assainissement, des publications sur les expériences en cours furent diffusées. On citera celles (50) de Messieurs J. LAMOURE (CERGRENE), A. PAITRY (DDE 93) et D. RENARD (LROP), C. HUART (Ville de Paris), M. ALQUIER et alii (ENSEEIH Toulouse, STU, DDE 93, LCPC Nantes), J. MARCHAND (STU), J. CHERON et alii (STU, Toulouse, Société Bertin, LROP), F. LEGRAND (Ville de Paris), A. PIOT et alii (DDE 92, HYDRATEC, Ville de Paris, IMF Toulouse), C. ARNAUD et alii (OTV...), M. DESBORDES (LHM Montpellier), B. MAZAUDOU et J.L. NEGRE (SOGREAH), A. BACHOC et alii (DDE 93), B. CHOCAT et alii (INSA Lyon), T. GUICHARD et alii (CUB, SLEE, SAFEGE)...

- Nous avons vu que l'ENPC a organisé des journées d'études en décembre 1983 sur le thème de "l'informatique et l'exploitation des réseaux d'assainissement" auxquelles participaient 65 personnes. Là encore, 17 publications furent diffusées (51). Une visite en Seine Saint-Denis fut également organisée à cette occasion, à laquelle 34 personnes ont assisté, représentantes des collectivités suivantes: Périgueux, Versailles, Orléans, le district de la région audomaroise, Marseille, St Malo, Rennes, le Val d'Oise, Bayonne, le Val de Marne.

Monsieur BACHOC a fait éditer par la suite (début 1984) un important document sur l'expérience de la Seine Saint-Denis dans lequel il mentionne les objectifs du département poursuivis par la gestion automatisée, les problèmes techniques rencontrés depuis 12 ans, les conséquences qu'a eu cette innovation sur l'évolution des structures organisationnelles du service (9). Cet ouvrage a été tiré en 200 exemplaires qui ont tous été distribués. Il se termine par une proposition d'instituer la Seine Saint-Denis en tant que site pilote afin "de faire progresser rapidement les techniques de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement". "Ces quelques millions par an, pour une durée qui peut être limitée restent bon marché au regard de ce que coûterait un institut privé ou un centre de recherche spécialisé, même à initiative privée" (8). Il

n'y a plus de doute, l'expérience de Seine Saint-Denis est connue au niveau national, et le sera prochainement à un niveau international puisqu'elle va être présentée au Japon en 1985.

. Enfin, il existe d'autres canaux de diffusion de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement. On citera les personnes qui ont investi une part de leur travail dans un système de gestion automatisée, et qui sont mutées par la suite dans une autre collectivité. Elles ne peuvent oublier leur passé et influencent forcément le nouveau service dans lequel elles sont affectées. Rappelons les passés de Mrs. ROUSSET et MARCHAND qui ont fortement influencé l'émergence de la gestion automatisée en Seine Saint-Denis (cf. 1ère partie). Mr. MARCHAND a par la suite, été muté à Bordeaux (septembre 1978), et a tenté à cette époque d'y exporter la gestion automatisée des réseaux d'assainissement. Mrs. ROUSSET, DEUTSCH et MARCHAND sont tour à tour allés travailler au STU, tandis que Mrs. BACHOC et HELARY qui étaient au STU, sont allés en Seine Saint-Denis. Mr. CALVET a quitté la Seine Saint-Denis en 1976 pour aller travailler à la Société du Canal de Provence qui travaille actuellement pour le STU sur le thème de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement. L'actuel ingénieur en chef du service de l'eau à Nice travaillait auparavant au STU...

. Nous citerons également dans le cadre de cette dynamique propre, l'influence des sociétés privées. En effet, nous avons vu qu'une firme avait tout intérêt à étendre le marché afin de rentabiliser au maximum ses actions de recherche-développement (cf. facteurs externes) qu'elles soient au niveau de l'ingénierie ou de la production. L'on remarque que la SAFEGE fait des études pour plusieurs des collectivités auprès desquelles nous avons enquêté (Bordeaux, Nancy, St Malo, Orléans), il en est de même d'HYDRATEC (Vallée de l'Orge, Paris, Hauts de Seine)... Les quelques sociétés de production que nous avons interrogées sont toutes prêtes à diffuser l'innovation (EGA, SOFREL, EMR, CR2M, ENDRESS et HAUSER...). De même, nous avons vu que l'influence des sociétés privées d'exploitation n'est pas négligeable dans la diffusion de l'innovation, d'autant plus qu'elles ont le monopole parfois de sites d'exploitation et que la concurrence y est faible (SLEE, CGE, SOBEA).

CONCLUSION

Les éléments favorables à la diffusion de l'innovation sont nombreux et hétérogènes. Mais en fait, un facteur en soi n'a que peu de valeur, par contre leurs combinaisons créent des forces qui influent sur le choix des individus en faveur de l'innovation qu'est la gestion automatisée des réseaux d'assainissement. Les individus sont face à des ressources et des contraintes créées par leur environnement (éléments physique, institutionnel, législatif, économique, socio-politique et technique) dont ils tirent partie, et qui rendent possible la diffusion de l'innovation dans un contexte particulier. Ainsi par exemple, le processus de dynamique propre inhérente à l'innovation facilite la diffusion, mais il ne peut à lui seul constituer un facteur de diffusion. Il touche prioritairement les collectivités qui sont à la recherche de solutions nouvelles pour résoudre des problèmes aigus d'assainissement (débordements à enrayer, qualité du milieu récepteur à préserver, urbanisation à poursuivre...).

L'innovation se diffusera donc plus particulièrement au sein de ces collectivités. Les problèmes d'assainissement sont engendrés par un contexte physique spécifique (zones urbaines denses au sous-sol encombré où l'urbanisation en périphérie provoque la saturation du réseau aval ancien, milieu naturel particulièrement fragile...), mais ils ne sont repérés et désignés comme tels que lorsque les élus locaux en ont conscience et sont prêts à agir.

Une gestion automatisée dynamique, décentralisée, se diffusera plus facilement dans les collectivités où se joue une solidarité d'agglomération que le réseau et sa gestion automatisée vont renforcer.

Elle bénéficie d'un contexte économique particulier (en crise) qui pousse à la recherche de solutions rationnelles telles qu'une optimisation des capacités existantes.

Elle bénéficie également d'un cadre législatif en évolution (circulaire de 1977 concernant le calcul de dimensionnement des réseaux, circulaire de 1978 sur les cartes d'objectifs de qualité) qui incitent à la recherche de solutions nouvelles, sans remise en cause complète de la problématique de l'assainissement, du fait d'une inadaptation des réseaux anciens aux nouvelles contraintes économiques et écologiques.

Elle s'insère dans le cadre d'une politique globale de prise en

considération des problèmes d'assainissement à un niveau national, où l'accent est mis plus particulièrement sur les dysfonctionnements des réseaux d'assainissement. Cependant actuellement, le pouvoir central n'a plus qu'une emprise limitée en matière d'assainissement sur les pouvoirs locaux dont les responsabilités ne font que s'accroître suite à la loi de mars 1982 sur la décentralisation. Seules les agences financières de bassin conservent un fort pouvoir incitateur, mais à l'heure actuelle, elles n'ont engagé que peu d'actions en faveur d'une gestion automatisée des réseaux d'assainissement.

La diffusion de l'innovation est essentiellement le fait d'initiatives de services publics locaux, cependant les firmes privées déjà engagées dans le processus peuvent prendre le relais et inciter les collectivités à s'engager dans une gestion automatisée des réseaux d'assainissement afin d'assurer leur position sur le marché, aussi bien au niveau de l'ingénierie que de la production. Toutefois, leur actions ne sont pas encore très marquées. Cependant l'automatisation est une activité productive en expansion, et la crise économique existante fait que les firmes privées de ce secteur ne peuvent refuser de nouveaux clients.

L'innovation qui nous concerne, s'intégrera d'autant plus facilement dans un service d'assainissement:

- qui aura une étendue d'actions à une échelle géographique proche de celle du bassin hydrographique,
- dont la structure lui permettra qu'une collaboration étroite se crée entre le bureau d'étude et le personnel d'exploitation,
- et qui aura les moyens de se doter d'un personnel jeune ayant un profil de formation différent de celui classiquement rencontré dans les services d'assainissement.

Le faible nombre de collectivités touchées à ce jour par l'innovation, vient sans doute du fait de la trop récente entrée du processus dans sa phase de diffusion. En effet, L. ANDERSON explique que "le pourcentage de la population qui adopte une technique nouvelle croît lentement lors des premiers stades de sa diffusion, puis rapidement, puis de nouveau lentement lorsqu'on approche de la saturation du marché" (52). D'après L. Anderson, "l'adoption d'une technique nouvelle dépend de l'occasion qu'a un entrepreneur, dans telle ou telle ville, de recevoir la documentation technique et les informations financières dont il a besoin" (52). C'est bien là du processus de dynamique

propre qu'il s'agit. Or, nous venons de voir que les articles parus sur le sujet et les colloques au cours desquels on en parle sont récents puisqu'ils datent le plus souvent du début des années 80. Ce facteur de diffusion n'a donc pu encore jouer pleinement son rôle.

Les coûts de mise en oeuvre et d'exploitation chuteront probablement avec la croissance de la demande , de même que le développement de la production des outils techniques et les efforts de marketing des fabricants permettront la mise au point d'équipements de plus en plus standardisés et fiables (52). Suite à cela, le nombre de collectivités touchées par l'innovation s'accroîtra rapidement, jusqu'à saturation du marché.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA DEUXIEME PARTIE - CHAPITRE II -

-
- (1) LEDAIN G. VOINOT J.M.
"Les annexes sanitaires des documents d'urbanisme"
1981

 - (2) TISSIER M.
"L'assainissement en France : Bilan et critiques"
in SCIENCES ET TECHNIQUES n° 95 pp. 22 à 28
Juin-Juillet 1983 -

 - (3) BIGUET C.
"Programmation de l'assainissement et planification urbaine"
I.U.P. - Avril 1983

 - (4) PREEL B.
"L'avenir des services collectifs" - Tome 2
Etude du BIPE - Novembre 1982

 - (5) DACHARRY M.
"Spécificité de l'hydrologie urbaine"
in BULL. ASSOC. GEOG. FRANC. n° 500
Paris 1984

 - (6) MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT - STU
DIVISION DES EQUIPEMENTS URBAINS - Document de travail
"Les bassins de retenue d'eaux pluviales - Synthèse bibliographique"

 - (7) MARCHAND A. BENOIT F.
"Lutte contre les inondations dans le district de Nancy - Emissaires
et bassins de rétention"
in T.S.M. L'EAU Décembre 1982 - pp. 559 à 564

- (8) FAUDRY D.
"La prévision des coûts des réseaux d'assainissement"
Document de travail STU - Juillet 1980
- (9) DDE 93.A03 (A. BACHOC)
"Pour commencer à automatiser la gestion du réseau d'assainissement en
Seine St Denis... disons 12 ans"
Début 1984 - 99 pages
- (10) PRUD'HOMME R.
"Le ménagement de la nature - Des politiques contre la pollution"
Ed. DUNOD - Paris 1980
- (11) COHEN J. GRUSSON C.
"Tarification des services publics locaux"
Ed. LA DOCUMENTATION FRANCAISE - Février 1983
- (12) DAYRIES M.
"Les problèmes de la coordination de la gestion de l'eau en Ile de
France"
in Colloque International "LES POLITIQUES DE L'ENVIRONNEMENT FACE
A LA CRISE" - Paris 10, 11, 12 Janvier 1984
- (13) AUBY J.F.
"Les services publics locaux"
PUF - 1982 - Coll. "Que sais-je ?"
- (14) FAISANDIER P.
"Les entreprises et le service public, pourquoi l'affermage ?"
in P.C.M. - Janvier 1983
- (15) MINISTERE DE L'URBANISME DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS -
PLAN URBAIN
"Cycle urbain de l'eau" - Rapport HERVIO - Automne 1984

- (16) BACHOC A. COGEZ C. PAITRY A. PORCHEZ O. STREIFF R.
 "Exemples de mesures sur les eaux pluviales urbaines en Seine St Denis"
 in stage de formation continue à l'ENPC - du 14 au 16 Décembre 1982

- (17) MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT - STU
 Groupe de travail "Gestion automatisée des réseaux d'assainissement"
 "Mesures et capteurs"
 Document provisoire - Mars 1984

- (18) EPA 600 - 2.76.243 -
 "Wastewater flow mesurment in sewer using ultra-sound"
 Novembre 1976

- (19) BOURGEOIS André -
 "Conception et réalisation d'un compteur d'eaux usées - Application à la gestion informatisée d'un grand réseau d'assainissement"
 Thèse de DDI en Sciences et Techniques de l'Environnement
 Décembre 1983

- (20) FAVART JARRION LAMOURE J. MUSQUERE
 "Saisie, transmission et traitement de l'information : les problèmes spécifiques en assainissement et leurs conséquences sur le choix d'un matériel approprié"
 JOURNEES D'ETUDES ENPC - Du 6 au 8 Décembre 1983

- (21) FREROT A.
 "Etude de la faisabilité de la modélisation dynamique pour la gestion automatisée des réseaux d'assainissement"
 Rapport CERGRENE - Novembre 1983

- (22) FAUDRY D.
 "L'évolution technique des réseaux d'assainissement depuis 1945"
 Rapport IREP-CEPS - Mars 1984

- (23) BACHOC A. HELARY J.L.
"La gestion automatisée en Seine St Denis - Aboutissement de la rénovation des techniques d'études, catalyseur de la mutation du service assainissement"
JOURNEES D'ETUDES ENPC du 6 au 8 Décembre 1983
- (24) VALIRON F.
"La politique d'incitation financière et le rôle des Agences Financières de Bassin"
in T.S.M. L'EAU - pp. 436 à 443
Août-Septembre 1981
- (25) MINISTERE DE LA SANTE
Circulaire n° 92 du 12 Mai 1950 relative à l'assainissement des agglomérations (Journal Officiel du 18 Mai 1950)
- (26) MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT -
Arrêté ministériel du 15 Mai 1975 relatif aux normes de qualité des eaux
- (27) SECRETARIAT D'ETAT A L'ENVIRONNEMENT ET A LA QUALITE DE LA VIE
Direction de la Prévention des Pollutions - Service de l'Eau
"L'état de l'équipement des collectivités en matière d'assainissement. Activités 1980-1981"
Janvier 1984
- (28) Revue "ACTUALITE ENVIRONNEMENT" - 9 Juin 1982 n° 18
"L'assainissement des collectivités locales"
- (29) LESQUEF M.
"Incidence de la pluie et des eaux de ruissellement sur la qualité des eaux superficielles"
AFBSN - Division Pollution -
Mars 1978

- (30) MINISTERE DE L'URBANISME
Circulaire n° 77.284 du 22 Juin 1977 relative à l'assainissement des agglomérations

- (31) DUPUY G. KNAEBEL G.
"Assainir la ville hier et aujourd'hui"
Ed. DUNOD - 1982

- (32) ASSOCIATION AMICALE DES INGENIEURS ANCIENS ELEVES DE L'ENPC
"Evacuation des eaux pluviales urbaines"
Paris 1978

- (33) TISSIER M.
"L'assainissement: vers une révision déchirante"
in SCIENCES ET TECHNIQUES n° 2 - Mars 1984 - pp. 22 à 25

- (34) INFORMATION D'ILE DE FRANCE n° 67 - Mai 1984
"La politique de l'eau en Ile de France"

- (35) BULLETIN D'INFORMATION DU CONSEIL REGIONAL d'ILE DE FRANCE -
"Contrat de plan Etat-Région d'ILE DE FRANCE"
Mai 1984

- (36) "LE MONITEUR" du 25 Mai 1984

- (37) AFBSN - DRE ILE DE FRANCE -
"Schéma d'aménagement des eaux de la région Ile de France - Objectifs de qualité à atteindre et éléments de choix de programmation des travaux"
Mai 1983

- (38) CHAMBOLLE T.
"Des priorités nationales pour l'eau"
in PCM - Janvier 1984 - pp. 18-19

- (39) FAUDRY D.
 "La crise et l'épuration de la pollution urbaine de l'eau"
 in Colloque "LES POLITIQUES DE L'ENVIRONNEMENT FACE A LA CRISE"
 Janvier 1984

- (40) BIENVENU J.
 "La gestion automatisée des réseaux d'assainissement"
 Travaux de fin d'études à l'ENPC -
 Juin 1983

- (41) NICOLON A.
 "Le véhicule électrique"
 Ed. CNRS Energie et Société - 1977

- (42) DESBORDES M.
 "Gestion en temps réel des systèmes d'assainissement: principes et
 possibilités de modélisation"
 JOURNEES HYDRAULIQUES DE NANTES du 14 au 16 Septembre 1982 - SHF
 Question IV - Rapport n° 10

- (43) AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE - Juin 1977
 "Le traitement des eaux pluviales - Aperçu des expériences réalisées
 aux U.S.A."

- (44) MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT - DUP-STU - WATERMATION
 "Enquête sur les gestions automatisées opérationnelles de réseaux
 d'assainissement unitaires dans 7 villes des U.S.A."

- (45) JACQUET G. FREROT A.
 "Elaboration du système évolutif d'aide à la conduite du réseau en
 Seine St Denis"
 JOURNEES D'ETUDES ENPC du 6 au 8 Décembre 1983

- (46) DOCTORS S.I.
 "Technology transfer by state and local government"
 Ed. OG & H - 1981

- (47) DE ROSNAY J.
"Le macroscopie - Vers une vision globale"
Ed. SEUIL Coll. POINT - 1975
- (48) BOUCHET M.
"Réseau de télémessures et de télécommandes pour l'optimisation du fonctionnement du réseau primaire d'assainissement"
JOURNEE D'INFORMATION du 23 Janvier 1975 - DDE 93.A03
- (49) MARCHAND J.
"L'assainissement en Seine St Denis"
Stage du Service Régional de l'Equipeement de la région ILE DE FRANCE
1976
- (50) 17èmes JOURNEES de l'HYDRAULIQUE de la SHF -
"L'assainissement de demain"
à Nantes du 14 au 16 Septembre 1982
- (51) JOURNEES D'ETUDES ENPC du 6 au 8 Décembre 1983
"L'informatique et l'exploitation des réseaux d'assainissement"
- (52) ANDERSON L.
"Incendie et maladie - Le développement des réseaux hydrauliques en Nouvelle Angleterre - 1870-1900"
in LES ANNALES DE LA RECHERCHE URBAINE -
Octobre 1984

CONCLUSION GENERALE

La gestion automatisée des réseaux d'assainissement correspond bien à un véritable processus d'innovation puisque sa diffusion est actuellement engagée malgré la spécificité des conditions qui lui ont donné naissance. Même si on peut observer en France à l'heure actuelle une grande variété de systèmes techniques, leur appartenance à un même cadre de logique globale dont l'expérience de Seine Saint-Denis peut être considérée comme le prototype, nous permet d'affirmer que la diffusion de l'innovation est effective. Cette innovation technique ne remet pas en cause la problématique classique de l'assainissement instituée par la circulaire CG 1333 de 1949, et son impact sur le système de production industrielle n'est pas très grand puisque le marché de sa diffusion est relativement restreint (agglomérations de grandes tailles), et qu'elle correspond en grande partie à une adaptation de technologies déjà existantes. Mais elle introduit une nouvelle attitude des exploitants face aux réseaux d'assainissement: dorénavant, on ne reste plus passif face aux écoulements des flux hydrauliques. On tente au contraire d'en avoir le contrôle et de les maîtriser au moment des crises (orage, pollution) par des moyens faisant appel à l'hydrologie, l'hydraulique avancée, l'informatique, l'électronique, l'automatisme. Cette action vise à améliorer l'efficacité du fonctionnement du réseau (et de ses ouvrages spéciaux), grâce à un contrôle continu de son état physique et hydraulique lui conférant une augmentation de sa fiabilité, couplé soit à la recherche d'une optimisation de l'utilisation de ses capacités existantes, soit à une minimisation des rejets polluant le milieu naturel.

Les répercussions de cette innovation sont difficilement perceptibles par la population du fait qu'elle n'implique que peu de changement de configuration "en surface" du réseau, et du fait que la population perçoit mal sa participation au financement de l'assainissement.

Elle fait suite à l'émergence de problèmes de plus en plus nombreux et aigus engendrés par des dysfonctionnements de réseaux. Ces problèmes trouvent leur origine dans une urbanisation rapide qui s'est effectuée ces 20 dernières années qui a entraîné une saturation des réseaux aval en centre ville. De plus, les erreurs de conception et le principe même des réseaux unitaires ou

séparatifs provoquent aujourd'hui une détérioration de la qualité du milieu récepteur des grands centres urbains. La gestion automatisée des réseaux d'assainissement se présente comme une alternative à des solutions lourdes de génie civil, permettant de remédier aux problèmes (amélioration du service rendu) à des coûts raisonnables, sans remettre en cause totalement les équipements d'infrastructures existants. Elle pourrait aussi contribuer à la réalisation d'économies d'investissement ou de fonctionnement. Dans ce cas, elle est perçue comme une solution alternative permettant d'assurer un même service pour un prix inférieur. Néanmoins, le calcul de sa rentabilité n'a pu encore être effectué. D'une part peu d'expériences ont atteint à ce jour le stade opérationnel, et les données font défaut. D'autre part ce calcul est délicat notamment à cause de la difficulté d'intégrer certains paramètres de comparaison, ceux-ci étant en constante évolution (changement de la situation de référence) et demandant parfois une internalisation de valeurs externes (amélioration de la qualité du milieu récepteur).

On ne peut encore se prononcer sur l'évolution de la diffusion de cette innovation. En effet, les projets engagés actuellement étant pour la plupart encore au stade de l'étude, on pourrait imaginer que leur passage au stade opérationnel soit un échec, et dans ce cas la diffusion risquerait d'être arrêtée. Mais les facteurs favorisant la diffusion sont suffisamment nombreux et déterminants pour que l'on puisse s'attendre à ce que cette innovation se développe en France et même à l'étranger. Certains de ces facteurs jouent un rôle qui, à l'heure actuelle, n'est que potentiel comme par exemple l'incitation des agences financières de bassin en faveur de la gestion automatisée, ou l'influence des médias "grand public", ou encore ceux liés à la dynamique propre du processus qui, comme nous l'a montré L. ANDERSON, sont fondamentaux (cf. conclusion 2ème partie). Leur force deviendra effective lorsque, à partir de quelques exemples de réalisations, on pourra rendre compte réellement de l'efficacité d'une gestion automatisée des réseaux d'assainissement (amélioration du service rendu, ou même service à un prix inférieur). La démonstration pourrait se situer sur le plan économique, mais dans ce cas il paraît nécessaire de rendre exploitables les données du secteur de l'assainissement qui restent comme éparses et hétérogènes. La démonstration pourrait aussi se situer sur un plan écologique, et dans ce cas il ne revient pas aux pouvoirs locaux de s'en charger (ils ont plutôt besoin qu'on les en persuade), mais plutôt à d'autres instances comme les agences de bassin.

En tout état de cause, la gestion automatisée des réseaux d'assainissement, pour se diffuser plus amplement, a besoin de recevoir une caution technico-scientifique. A l'heure actuelle des progrès sont sans cesse faits dans ce domaine, mais une technique aussi complexe ne peut être mise au point du jour au lendemain, même si les outils de base existaient déjà dans d'autres domaines. La gestion automatisée des réseaux d'assainissement est une technique beaucoup plus complexe à maîtriser qu'il n'y paraît à cause du caractère aléatoire des événements auxquels elle doit faire face, de l'agressivité du milieu sur lequel elle agit. La faiblesse des actions de recherche entreprises jusqu'alors dans le domaine des réseaux d'assainissement fait que beaucoup de disciplines concernées sont encore à découvrir notamment la pluviométrie et l'hydrologie urbaine. Les praticiens réclament la standardisation des outils disponibles, qui semble être un des facteurs indispensables à l'entrée du processus dans sa phase rapide de diffusion. Cette standardisation ne pourra être acquise que par une collaboration poussée entre chercheurs en hydrologie urbaine, producteurs de composants, et praticiens de l'assainissement. De plus, nous avons vu que cette innovation entraîne quelques changements d'attitude de la part des exploitants vis à vis du réseau, ce qui ralentit le déroulement du processus de diffusion.

Une innovation telle que la gestion automatisée des réseaux d'assainissement touche un nombre relativement restreint de collectivités. L'étroitesse du marché et les aléas d'orientation politique freine l'initiative du secteur privé vers l'innovation dans le secteur public local. Mais les enjeux que représentent les réseaux d'assainissement à l'heure actuelle devraient permettre de surmonter cet obstacle. De plus, on commence déjà à parler de possibilité d'exportation de cette technique. Alors, même si des incertitudes persistent quant à son efficacité, les coûts relativement modestes qu'elle représente par rapport aux travaux de génie civil qui s'imposent, fait que des risques de recherche-développement peuvent être pris. Même si ce n'est pas nécessairement une gestion automatisée du type de celle de la Seine Saint-Denis qui doit se diffuser, la démarche intellectuelle nouvelle lancée grâce à elle au sein des services d'assainissement permettra sans aucun doute de faire progresser les connaissances concernant la gestion du cycle de l'eau dans la ville et offrira de meilleures possibilités d'interventions.

BIBLIOGRAPHIE GENERALE

Ouvrages et documents classés par rubrique

* Le département de la Seine St Denis

BUDGET PRIMITIF 1982

DDE 93.A03. Rapports au CONSEIL GENERAL, 3e COMMISSION:

- . N° 71 426 "Projet de budget pour 1972"
- . Décembre 71 "Projet de budget pour 1972"
- . N° 72 50 "Budget annexe supplémentaire pour 1972. Décision modificative n° 1"
- . 1972 "Marché de gré à gré passé entre le département et SOGREAH"
- . N° 73 315 "Budget annexe pour 1974"
- . N° 73 396
- . N° 75 142 "Plan d'Adaptation du réseau départemental d'assainissement" 64 pages
- . N° 77 338
- . N° 80 380 "Etat d'avancement du plan d'adaptation et orientations pour les années à venir"
- . N° 80 395 "Contribution du budget principal du département au budget assainissement au titre des eaux pluviales"
- . N° 80 546 "Budget annexe pour 1981"
- . N° 81 616 "Gestion Automatisée" 15 pages
- . Novembre 1981- Rapport technique "Rôle de la gestion automatisée" 64 pages
- . Préparation du VIIe Plan "Constat du VIe Plan"
- . Préparation du VIIIe Plan
- . "Pour commencer à automatiser la gestion automatisée des réseaux d'assainissement... disons 12 ans". Début 1984. 99 pages (A. BACHOC)

FOATA R.

"Le pouvoir souverain du département. Enquête : décentralisation en Seine St Denis"

in DIAGONAL n° 47 - Décembre 1983

"LE MONDE" - 5 Septembre 1984

"LE MONDE" - 15 Décembre 1978 - Supplément Seine St Denis pp. 35 à 39

PLAQUETTE DE PRESENTATION - Préfecture - 1982

RAPPORT SPECIAL DU PRESIDENT DU CONSEIL GENERAL: Bilan d'activité 1982

SESSIONS DU CONSEIL GENERAL:

. 2e session extraordinaire de 1971. Discours du Conseil Général le 18 juin 1971:

"Questions relatives aux dégats causés par les orages du 13 Mai 1971"

"Avis sur le projet du livre blanc du bassin Seine-Normandie"

. Discours du Conseil Général le 9 Novembre 1973

"Débat sur les problèmes de pollution"

* Les réseaux d'assainissement

ACTUALITE ENVIRONNEMENT (revue) - N° 18

"L'assainissement des collectivités locales"

2 Juin 1982

AFBSN - DRE ILE DE FRANCE

"Schéma d'aménagement des eaux de la région Ile de France -

Objectifs de qualité à atteindre et éléments de choix de programmation des travaux"

Mai 1983

ASSOCIATION AMICALE DES INGENIEURS ANCIENS ELEVES DE L'ENPC

"Evacuation des eaux pluviales urbaines"

Paris 1978

AUBY J.F.

"Les services publics locaux"

PUF - 1982 - Coll. "Que sais-je ?"

BEDRANI M.

✓ "Conception et exploitation d'une sonde électronique d'auscultation des réseaux d'assainissement urbains non visitables"

THESE DDI ENPC - Décembre 1983

BIGUET C.

"Programmation de l'assainissement et planification urbaine"

I.U.P. - Avril 1983

BOURRIER R.

"Les réseaux d'assainissement - calculs, applications, perspectives"

Ed TECHNIQUES ET DOCUMENTATION - Paris 1981

BULLETIN D'INFORMATION DU CONSEIL REGIONAL d'ILE DE FRANCE

"Contrat de plan Etat-Région d'ILE DE FRANCE"

Mai 1984

CHAMBOLLE T.

"Des priorités nationales pour l'eau"

in PCM - Janvier 1984 - pp. 18-19

COHEN J. GRUSSON C.

"Tarification des services publics locaux"

Ed LA DOCUMENTATION FRANCAISE - Février 1983

DACHARRY M.

"Spécificité de l'hydrologie urbaine"
in BULL. ASSOC. GEOG. FRANC. n° 500
Paris 1984

DAYRIES M.

"Les problèmes de la coordination de la gestion de l'eau en Ile de France"
in Colloque International "LES POLITIQUES DE L'ENVIRONNEMENT FACE A LA CRISE" - Paris 10, 11, 12 Janvier 1984

DEUTSCH J.C.

"Etudes générales de pollution des eaux dans le département de Seine Saint-Denis"
DDE 93.A03 - JOURNEE D'INFORMATION DU 23 JANVIER 1975

DUPUY G. KNAEBEL G.

"Assainir la ville hier et aujourd'hui"
Ed DUNOD 1982

DUPUY G. KNAEBEL G.

"Choix techniques et assainissement urbain en France de 1800 à 1977"
I.U.P. - Janvier 1979

DUPUY G.

"L'assainissement dans l'agglomération bordelaise"
O.C.D.E. ENV/URBUS/78.102 CT/URB/714

FAISANDIER P.

"Les entreprises et le service public, pourquoi l'affermage ?"
in P.C.M. - Janvier 1983

FAUDRY D.

"La prévision des coûts des réseaux d'assainissement"
Document de travail STU - Juillet 1980

FAUDRY D.

"La crise et l'épuration de la pollution urbaine de l'eau"
in Colloque "LES POLITIQUES DE L'ENVIRONNEMENT FACE A LA CRISE"
Janvier 1984

FAUDRY D.

"L'évolution technique des réseaux d'assainissement depuis 1945"
Rapport IREP-CEPS - Mars 1984

INFORMATION D'ILE DE FRANCE n° 67 - Mai 1984

"La politique de l'eau en Ile de France"

KOCH P.

"Les réseaux d'égouts"
Ed DUNOD 1967

LEDAIN G. VOINOT J.M.

"Les annexes sanitaires des documents d'urbanisme"
1981

LEGRAND F.

"Amélioration du fonctionnement du réseau d'assainissement de Paris"
in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES DE LA SHF à Nantes
14 au 16 Septembre 1982 - Question IV rapport n° 7

LESQUEF M.

"Incidence de la pluie et des eaux de ruissellement sur la qualité
des eaux superficielles"
AFBSN - Division Pollution
Mars 1978

MINISTERE DE L'INTERIEUR

Circulaire n° 78.545 - 12 Décembre 1978

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT

Arrêté ministériel du 15 Mai 1975 relatif aux normes de qualité
des eaux

MINISTERE DE LA SANTE

Circulaire n° 92 du 12 Mai 1950 relative à l'assainissement des agglomérations (Journal Officiel du 18 Mai 1950)

MINISTERE DE L'URBANISME

Circulaire n° 77.284 du 22 Juin 1977 relative à l'assainissement des agglomérations

MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT - STU

DIVISION DES EQUIPEMENTS URBAINS - Document de travail

"Les bassins de retenue d'eaux pluviales - Synthèse bibliographique"

MINISTERE DE L'URBANISME, DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS - PLAN URBAIN

"Cycle urbain de l'eau" - Rapport HERVIO - Automne 1984

"MONITEUR" (Le)

Contrat de Plan Etat-Région - Provence Alpes Côte d'Azur

25 Mai 1984

"MONITEUR" (Le)

"La lutte contre les crues dans l'agglomération bordelaise"

6 Juillet 1984

PERRIN J.F.

"Fonctionnement des réseaux d'assainissement - Etude des coûts"

AFBSN - Juin 1983

PREEL B.

"L'avenir des services collectifs" - Tome 2

Etude du BIPE - Novembre 1982

RAAK Y.

"L'Agence de l'eau Artois-Picardie: bientôt 18 ans"

in PCM - Janvier 1984 - pp. 22 à 27

RANCHET J.

"Moyens d'action pour limiter la pollution due aux eaux de ruissellement en système séparatif et unitaire - Synthèse"
in TRIBUNE DU CEBEDEAU Vol. 36 n° 472 - 1983 pp. 117 à 130

SECRETARIAT D'ETAT A L'ENVIRONNEMENT ET A LA QUALITE DE LA VIE
DIRECTION DE LA PREVENTION DES POLLUTIONS - SERVICE DE L'EAU
"L'état de l'équipement des collectivités en matière d'assainissement
- Activités 1980-1981"
Janvier 1984

SIAAP - MAIRIE DE PARIS
"L'assainissement de l'agglomération parisienne"
Plaquette de présentation - 1983

TISSIER M.
"L'assainissement en France: Bilan et critiques"
in SCIENCES ET TECHNIQUES n° 95 pp. 22 à 28
Juin-Juillet 1983

TISSIER M.
"L'assainissement: vers une décision déchirante"
in SCIENCES ET TECHNIQUES n° 2 - Mars 1984 - pp. 22 à 25

TOULOUSE (ville)- DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES -
Service assainissement - Division Exploitation réseaux et usine
Bilan d'exploitation - Coût d'exploitation - 1982

VICQ A. RENARD D. HELARY J.L. VIGNOLLES C. CHERON J. PETRY M.
"Problèmes divers d'exploitation des réseaux d'assainissement"
in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes
14 au 16 Septembre 1982 - Question IV rapport n° 8

* La Gestion Automatisée des Réseaux d'Assainissement

AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE

"Le traitement des eaux pluviales - Aperçu des expériences réalisées aux U.S.A."

Juin 1977

ALQUIER M. DEUTSCH J.C. HELARY J.L. PAITRY A. PAUTIS A.
RAIMBAULT G.

"Réduction de l'impact de la pollution due aux eaux de ruissellement"

in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes

14 au 16 Septembre 1982 - Question II rapport n° 12

ARNAUD C. BIHAN Y. BOURRIER R.

"Modèles mathématiques - Evolution et perspectives du modèle de conception et de gestion"

in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes

14 au 16 Septembre 1982 - Question IV rapport n° 9

ARNAUD

"Gestion Automatisée des Réseaux d'Assainissement: un outil moderne d'exploitation - Démarche et réalisation: l'exemple d'Arras"

in JOURNEES D'ETUDE de l'ENPC

6 au 8 Décembre 1983

BACHOC A. COGEZ C. PAITRY A. PORCHEZ D. STREIFF R.

"Exemples de mesures sur les eaux pluviales urbaines en Seine St Denis"

in STAGE DE FORMATION CONTINUE à l'ENPC -

14 au 16 Décembre 1982

BACHOC A. COSTALLAT B. STREIFF R. BAUDOUIN P. LESAGE D.

"Dispositif de régulation du fonctionnement du réseau d'assainissement de la Seine St Denis"

in JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes

14 au 16 Septembre 1982 - Question IV rapport n° 12

BACHOC A. HELARY J.L.

"La gestion automatisée en Seine St Denis - Aboutissement de la rénovation des techniques d'études, catalyseur de la mutation du service assainissement"

in JOURNEES D'ETUDES de l'ENPC

6 au 8 Décembre 1983

BACHOC A. BERREBI R.

"Modélisation mathématique d'un réseau d'assainissement - Exemple de la Seine St Denis"

in PCM - Janvier 1984

BIENVENU J.

"La Gestion Automatisée des Réseaux d'Assainissement"

Travaux de fin d'études à l'ENPC

Juin 1983

BOS BRIAT

"Contrôle automatisé en assainissement: étude de la gestion des retenues d'étalement"

in JOURNEES D'ETUDES de l'ENPC

6 au 8 Décembre 1983

BOUCHET M.

"Gestion Automatisée - L'exemple de la Seine St Denis"

in Revue des TPE n° 47

BOUCHET M.

"Réseau de télémesures et de télécommandes pour l'optimisation du fonctionnement du réseau primaire d'assainissement"

DDE 93.A03 - JOURNEE D'INFORMATION DU 23 JANVIER 1975

BOURGEOIS André

"Conception et réalisation d'un compteur d'eaux usées - Application à la gestion informatisée d'un grand réseau d'assainissement"

THESE de DDI en Sciences et Techniques de l'Environnement

Décembre 1983

BURGUN

"Rôle des actionneurs et capteurs dans la gestion automatique du fonctionnement en série de deux bassins de rétention du district urbain de Nancy"

in JOURNEES D'ETUDE de l'ENPC

6 au 8 Décembre 1983

CALVET F. BOUCHET M.

"Modèle mathématique de simulation des écoulements dans les collecteurs départementaux de la Seine St Denis"

DDE 93.A03 - JOURNEE D'INFORMATION DU 23 JANVIER 1975

CHOCAT B. SEGUIN D. THIBAUT S.

"Informatique et assainissement - Les systèmes SERAIL et CEDRE"

in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes

14 au 16 Septembre 1982 - Question IV rapport n° 13

D'ANDIGNE LEPELLETIER VASSILIADIS

"Le programme HYDRA: outil de simulation des écoulements pour l'aide à la gestion des systèmes d'assainissement - Applications à l'assainissement de Douaisis, au réseau des Hauts de Seine et à la vallée de l'Orge"

in JOURNEES D'ETUDE de l'ENPC

6 au 8 Décembre 1983

DESBORDES M. HEMAIN J.C.

"Problèmes posés par la modélisation de la qualité des eaux pluviales urbaines"

in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes

14 au 16 Septembre 1982 - Question II rapport n° 3

DESBORDES M.

"Gestion en temps réel des systèmes d'assainissement : principes et possibilités de modélisation"

in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes

14 au 16 Septembre 1982 - Question IV rapport n° 10

DEUTSCH J.C. CALVET F.

La gestion automatisée des réseaux d'assainissement: où en est-on?
Compte rendu sur les études et travaux réalisés dans le cadre du
groupe de travail du STU
in JOURNEES D'ETUDES de l'ENPC
6 au 8 Décembre 1983

EPA 600 - 2.76.243

"Wastewater flow mesurment in sewer using ultra-sound"
Novembre 1976

FAVART JARRION LAMOURE J. MUSQUERE

"Saisie, transmission et traitement de l'information: les problèmes
spécifiques en assainissement et leurs conséquences sur le choix
d'un matériel approprié"
in JOURNEES D'ETUDES de l'ENPC
6 au 8 Décembre 1983

FREROT A.

"Etude de la faisabilité de la modélisation dynamique pour la gestion
automatisée des réseaux d'assainissement"
Rapport CERGRENE - Novembre 1983

GUICHARD T. CHAMPETIER F. BOS M.

"L'assainissement de la CUB: utilisation des modèles de conception et
projet de modèle de gestion pour contrôle centralisé"
in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes
14 au 16 Septembre 1982 - Question IV rapport n° 14

GUICHARD M. LABORIE M.

"Comment ont été utilisés les automatismes à la communauté urbaine
de Bordeaux pour lutter contre les inondations"
in JOURNEES D'ETUDE à l'ENPC
6 au 8 Décembre 1983

HOC

"Expérience des Hauts de Seine sur les capteurs de niveau, de vitesse, de débit et de pluie"

in JOURNEES D'ETUDE à l'ENPC

6 au 8 Décembre 1983

HUART C.

"Détermination des flux dans les grands émissaires de l'agglomération parisienne - Premières constatations et perspectives de gestion"

in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes

14 au 16 Septembre 1982 - Question I rapport n° 6

JACQUET G.

"Objectifs et conséquences de l'utilisation des images radar dans la gestion automatisée des réseaux d'assainissement de Seine St Denis"

Rapport CERGRENE - Octobre 1982

JACQUET G. CHERON F. BACHOC A. HERREMANS L.

"Intérêt technique et économique des radars d'investigation des précipitations en matière d'assainissement urbain"

in La HOUILLE BLANCHE n° 5/6 - pp. 341-348 - 1983

JACQUET G. ANDRIEU H.

"Radar météorologique et hydrologie urbaine"

in JOURNEES D'ETUDE de l'ENPC

6 au 8 Décembre 1983

JACQUET G. FREROT A.

"Elaboration du système évolutif d'aide à la conduite du réseau en Seine Saint Denis"

in JOURNEES D'ETUDE de l'ENPC

6 au 8 Décembre 1983

JOST J. BALLAY D. MOUCHE L. ESTEVES J.P.

"La C.A.O. - Aide à la décision dans la gestion des réseaux à moyen et long terme"

in T.S.M. L'EAU n° 6 - 1983

LAMOURE J.

"Une expérience d'acquisition automatique de mesures en hydrologie urbaine"

in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes

14 au 16 Septembre 1982 - Question I rapport n° 2

MARCHAND A. BENOIT F.

"Lutte contre les inondations dans le district de Nancy - Emissaires et bassins de rétention"

in T.S.M. L'EAU Décembre 1982 - pp. 559 à 564

MARCHAND A.

"L'informatique pour l'aide à la gestion des réseaux d'assainissement
Contrôle centralisé du district urbain de Nancy

in JOURNEES D'ETUDE de l'ENPC

6 au 8 Décembre 1983

MARCHAND J.

"L'assainissement en Seine St Denis"

stage "EAU ET ASSAINISSEMENT" - Service Régional de l'Equipement de
la région ILE DE FRANCE - 1976

MARCHAND J.

"Gestion automatisée du réseau d'assainissement

in JOURNEES D'INFORMATION NATIONALES - Ministère de l'Equipement

Mai 1977

MARCHAND J.

"Objectifs de l'exploitation des réseaux d'assainissement et moyens à
mettre en place pour les atteindre"

in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes

14 au 16 Septembre 1982 - Question IV rapport n° 5

MAZOUDDOU B. NEGRE J.L.

"Un modèle mathématique de simulation adapté à la conception et à la gestion des réseaux d'assainissement: le programme CAREDas"
in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes
14 au 16 Septembre 1982 - Question IV rapport n° 11

MARSEILLE (ville de) - DIRECTION GENERALE DES SERVICES TECHNIQUES -
Direction de la voirie publique - Service de l'assainissement -
"L'assainissement de Marseille - Document de synthèse"
Juin 1983

MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT - DUP-STU - WATERMATION
"Enquête sur les gestions automatisées opérationnelles de réseaux
d'assainissement unitaires dans 7 villes des U.S.A."

MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT - STU
Groupe de travail "Gestion automatisée des réseaux d'assainissement"
"Mesures et capteurs"
Document provisoire - Mars 1984

MOREIRA R.
"Historique du développement du projet de la gestion automatisée du
département de la Seine St Denis"
Rapport de TRAVAIL de FIN d'ETUDES de l'ENPC - 2e partie
Mars-Juin 1983

NICE (ville de) - SERVICES TECHNIQUES - ASSAINISSEMENT -
Division des études
"Assainissement des villes littorales - Collecteur général de
la ville de Nice"

PAITRY A. RENARD D.
"La mesure des débits dans les collecteurs pluviaux.
Les développements nouveaux"
in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes
14 au 16 Septembre 1982 - Question I rapport n° 5

PIOT A. HOC J.P.

"Gestion informatisée d'un service d'assainissement"
in T.S.M. L'EAU - Décembre 1982 - pp. 559 à 564

PIOT A. HOC J.P. NERAUD C. LEGRAND F. VASSILIADIS G. GAUDU R.
"Gestion centralisée et informatisée des réseaux d'assainissement -
Réflexion sur la modélisation numérique des grands collecteurs"
in 17e JOURNEES HYDRAULIQUES de la SHF à Nantes
14 au 16 Septembre 1982 - Question IV rapport n° 8

* Le processus d'innovation

ANDERSON L.

"Incendie et maladie. Le développement des réseaux hydrauliques en
Nouvelle Angleterre - 1870-1900"
in Les ANNALES DE LA RECHERCHE URBAINE
Octobre 1984

BOUVIER P.

"Technologies et effets socio-professionnels - Le cas des transports
collectifs parisiens - (1900-1983)"
Centre d'Etudes Sociologiques - LP CNRS 811
Mars 1983

CALLON M.

"Le pouvoir d'innover"
in LA REVUE DE L'ENTREPRISE N°19 - Juillet Aout 1978

DUTTON J.M. STARBUCK W.H.

"Diffusion of an intellectual technology"
Novembre 1974

DOCTORS S.I.

"Technology transfer by state and local government"
Ed. OG & H - 1981

GAUDIN T.

"L'écoute des silences"

Coll. 10.18

1979

GORRE P.

"Guide de l'innovateur"

Ed CHOTARD et associés - ANVAR. 1982

HODDESON L.

"Naissance de la recherche fondamentale à la compagnie BELL"

in CULTURE TECHNIQUE n° 10 - Juin 1983

HUGUES T.

"L'électrification de l'Amérique"

in CULTURE TECHNIQUE n° 10 - Juin 1983

KRANSBERG M.

"Le processus d'innovation - un modèle écologique"

in CULTURE TECHNIQUE n° 10 - Juin 1983

LARUE DE TOURNEMINE R.

"L'innovation, vers une nouvelle révolution technologique"

Ed La DOCUMENTATION FRANCAISE - 1983

MARIE M.

"Pour une anthropologie d'un grand ouvrage hydraulique: le canal de Provence"

Cours ENPC - 1983-1984

MAUNOURY J.L.

"La genèse des innovations"

Ed. PUF - Paris 1968

MORLEY D. PROUDFOOT S. BURNS T.

"Making Cities Work - The dynamics of urban innovation"

Ed. CROOM HELM (London) WESTVIEW PRESS (Boulder, Colorado) - 1980

NICOLON A.

"Le véhicule électrique"

CNRS Energie et Société - 1977

SIMONDON G.

"Du monde d'existence des objets techniques"

Ed MONTAIGNE AUBIER

* Divers

ALDUY J.P. DAGNAUD M.

"La Ve république et l'aménagement de la région parisienne"

Extraits résumés du rapport final de recherche

IAURIF - Mai 1978

ALDUY J.P.

"Les villes nouvelles de la région parisienne. Du projet politique à la réalisation - 1963-1977"

in Les ANNALES DE LA RECHERCHE URBAINE n° 2

BASTIE J.

"La croissance de la banlieue parisienne"

Ed. PUF - 1964

BERGEROL C.

"Initiation à l'informatique"

DE ROSNAY J.

"Le macroscopie - vers une vision globale"

Ed. du SEUIL - Collec. POINT - 1975

DUPUY G.

"Urbanisme et Technique - Chronique d'un mariage de raison"

Centre de Recherche d'Urbanisme - 1978

FACY G. FONTAINE J.

"Les automates programmables par les automatismes et les télétransmission"

in T.S.M. - Juillet 1982

IAURIF (cahiers de l')

"L'occupation des sols en Région ILE DE FRANCE

Vol 48-49 - Annexes - Décembre 1977

JAGODA M.

"Informatique et optimisation des équipements"

in Cahiers du CREPIF n° 2

Septembre 1983

LANCELOT B.

"L'audition publique: un nouvel outil de participation"

Mémoire de DEA Sciences et Techniques de l'Environnement

UPVM ENPC - Juin 1982

LORRAIN D.

"Le personnel communal dans les villes de 30 000 habitants et plus"

Rapport d'enquête - Association des Maires de France

FONDATION DES VILLES

Septembre 1975

LUCAS Y.

"L'automation"

Ed. PUF - Le Sociologue

Paris 1982

PASQUIER G.

"Prix des terrains en zone industrielle"

IAURIF - Note d'information

Novembre 1972

PLATONE F.

"L'implantation municipale du parti communiste français dans la Seine et sa conception de l'administration communale"

FNSP - Cycle supérieur d'études politiques

Paris 1967

PRONIER R.

"Les municipalités communistes - Bilan de 30 années de gestion"

Ed. BALLAND - 1963

PRUD'HOMME R.

"Le ménagement de la nature - Des politiques contre la pollution"

Ed. DUNOD - Paris 1980

ROMANI C.

"Micro-informatique et pratiques sociales"

TECHNOLOGIES-IDEOLOGIES-PRATIQUES - Volume 3 n° 2.4

1981

LE TRESOR DE LA LANGUE FRANCAISE - Dictionnaire de la langue du 19e et 20e siècle (15 volumes)

Ed. CNRS

VALIRON F.

"La politique d'incitation financière et le rôle des Agences Financières de Bassin"

in T.S.M. L'EAU - Août-Septembre 1981 - pp 436 à 443

WALLISER B.

"Systèmes et modèles"

Ed SEUIL

ANNEXES

ANNEXES

- Annexe n° 1 La facture d'eau en région parisienne
- Annexe n° 2 Emissaire Clichy Achères - Branche de Bezons
- Annexe n° 3 Coupures de presse concernant les orages de Juin 1982 en Seine St Denis
- Annexe n° 4 Participants au groupe de travail "gestion automatisée des réseaux d'assainissement" du STU
- Annexe n° 5 Eléments d'analyse des finances départementales pour les travaux d'assainissement
- Annexe n° 6 Questionnaire posé aux collectivités locales lors de notre étude
- Annexe n° 7 "Les anomalies des réseaux de collecte" in revue Sciences et Techniques n° 95 - Juin-Juillet 1983 p. 25
- Annexe n° 8 "Première dans l'Essonne: un compteur électrique des eaux usées" in "Le Monde" - 8 Mars 1983
- Annexe n° 9 Budgets d'assainissement de collectivités locales
- Annexe n° 10 Quelques outils de la gestion automatisée des réseaux d'assainissement:
 - Fig. 1 Limnigraphe bulle à bulle
 - Fig.2 et 3 Capteurs de mesure de débit ENDRESS et HAUSER
 - Fig. 4 Plaquette commerciale de la SOFREL
 - Fig. 6 Vanne murale à étanchéité absolue - EGA Nice
 - Fig. 7 Salle de commande et de contrôle - Toulouse
 - Fig. 8 Vitrine TSUKUBA - DDE Seine St Denis - Novembre 1984
- Annexe n°11 Liste des personnes interviewées

ANNEXE N° 1

LA FACTURE D'EAU EN REGION PARISIENNE

DESTINATAIRES

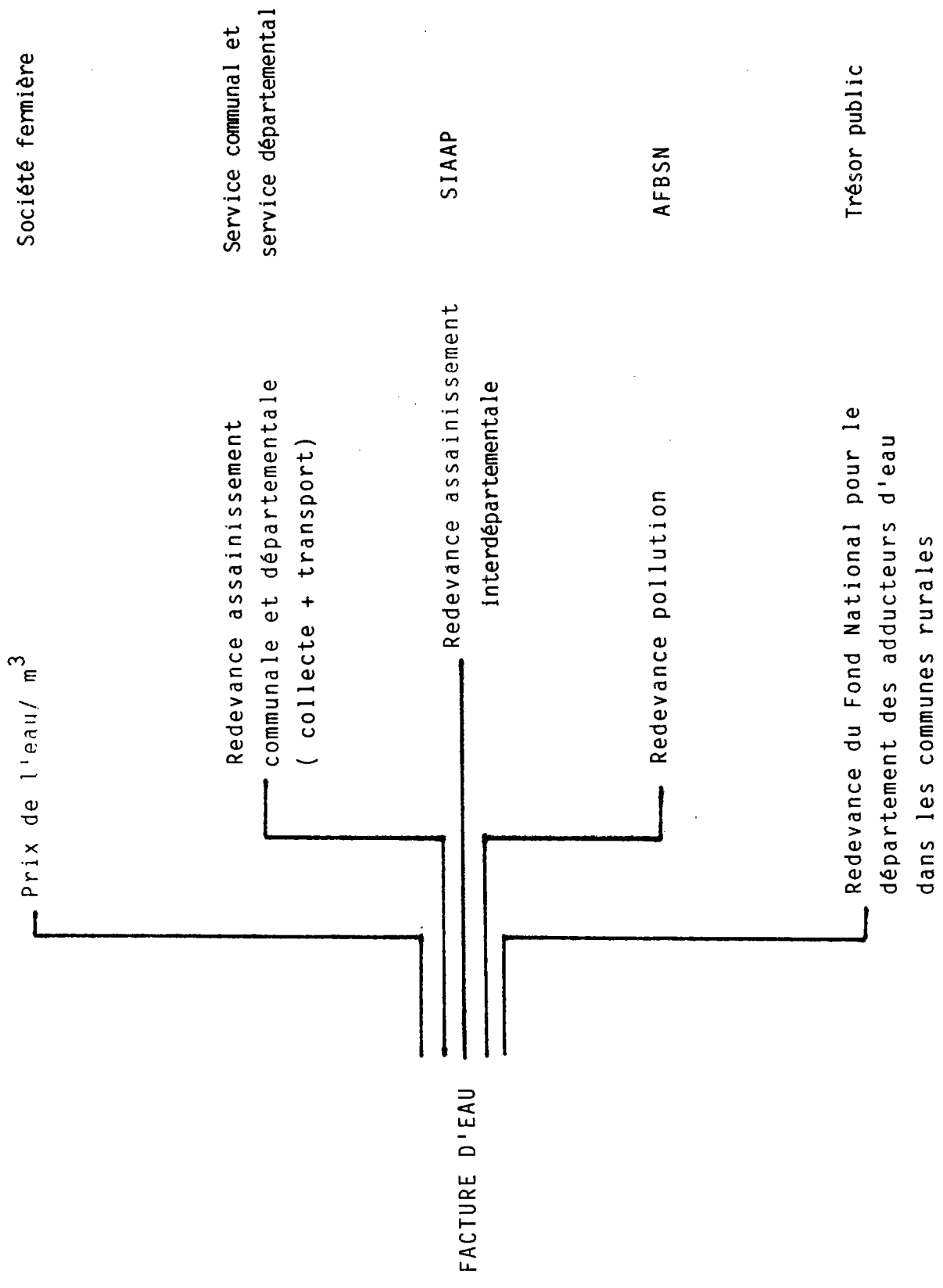




Photo X

Intérieur de l'émissaire Clichy-Achères, branche de Bezons.

Source: Mairie de Paris SIAAP "L'assainissement de l'agglomération parisienne" - Plaque de présentation

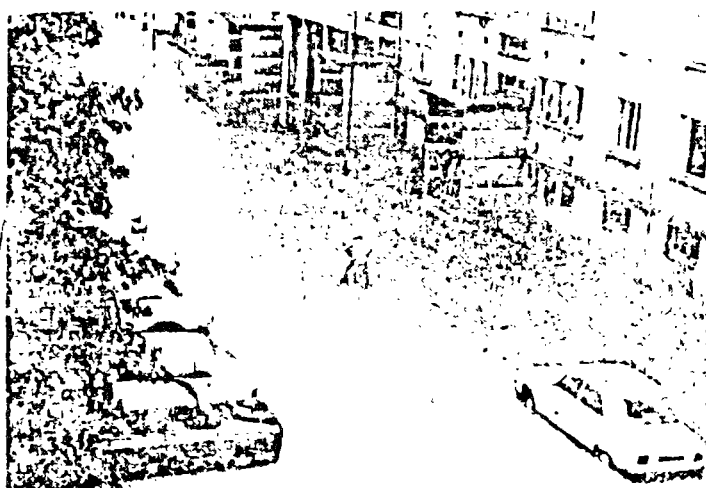
ANNEXE N°2

EMISSAIRE CLICHY-ACHERES, BRANCHE DE BEZONS

ANNEXE N°3

COUPURES DE PRESSE CONCERNANT LES ORAGES DE JUIN 1982
EN SEINE SAINT-DENIS

Toute cette eau qui tombe du ciel !



Dans la cité Le Morillon, lundi 7 juin.

Les Montreuillois ont été particulièrement gâtés par la météo ces temps derniers. Les feux d'artifice des orages s'accompagnent de grêle et de trombes d'eau qui transforment en lacs les rues en contrebas, inondent les caves et les sous-sols. Ainsi, lundi 7 juin, c'est 61,8 mm d'eau qui sont tombés sur notre ville en vingt-quatre heures. On n'avait pas connu cela depuis 30 ans. Dans le bas de l'avenue Pasteur, l'écoulement des eaux ayant surchargé l'égoût, le tampon du regard de visite a été soulevé et c'est un geyser qui a jailli à plus de 1,50 m de hauteur. Même problème avec l'égoût, rue des Blancs-Vilains où les services de la voirie ont dû barrer la circulation tandis que les pompiers pompaient toute la nuit. En

maints endroits, les caves et les sous-sols, ont été inondés : avenue Pasteur, boulevard Paul-Vaillant-Couturier, avenue du Président-Wilson, rue des Blancs-Vilains, rue de Romainville, place de la Mairie, au centre commercial...

Les pompiers, qui n'ont pu satisfaire à la demande, ont reçu plus de 1 200 appels... Au carrefour des rues Danton, Victor-Beausse et de Romainville, le ruissellement a provoqué un affaissement de la chaussée. Nombreux sont les sinistrés qui écrivent à la Mairie pour s'informer de leur droits à indemnisation des dégâts qu'ils ont subis. Leurs dossiers sont constitués pour être transmis à la Préfecture où leurs demandes seront examinées.

SOS, orage, bobo : Seine-Saint-Denis, zone sinistrée !

Il y a quelques années, une chanteuse avait fait un « tube » avec une chanson prémonitrice : « L'Orage ». Les habitants de la Seine-Saint-Denis avaient-ils envie de chanter, la semaine dernière, après les calamités qui se sont abattues sur eux ?

Il n'y a qu'à lire les télégrammes de police pour se convaincre de l'ampleur de ce qu'on nomme aujourd'hui une catastrophe : le 2 juin, « Police-secours » de Bondy écrit à sa direction : « A 0 h.50, intervention de P.S. au carrefour des avenues Jean-Jaurès et Pierre Brossolette aux Pavillons-sous-Bois pour des caves inondées. Les pompiers des casernes de Saint-Denis, Montmartre, Bondy, Montreuil, Ménilmontant et

Aulnay-sous-Bois ont mis en batterie trois moto-pompes dans les caves. La ligne d'autobus RATP 147 D ne sera pas déviée ». Dans la même rue Pierre Brossolette, le pavillon de M. Grignon, artisan-plombier, est incendié par la foudre le 6 juin. A Romainville, un jeune homme qui s'amusait sur sa mobylette dans un terrain vague est terrassé par la même foudre. Il meurt sur le coup, et ses deux camarades de jeu sont blessés.

Caves inondées, tel est le lot des habitants du département depuis plusieurs jours. Souvent, c'est un véritable drame, si on pense notamment aux commerçants, aux entrepreneurs, aux artisans qui rangent leur matériel en sous-sol. Et bien sûr aux riverains. A

Aulnay-sous-Bois mardi dernier, la municipalité avait déjà enregistré 250 demandes d'indemnisation. Car, il faut le souligner, quatorze communes du département ont été déclarées zones sinistrées par les autorités départementales. Il en va des Pavillons-sous-Bois, Neuilly-Plaisance, Neuilly-sur-Marne, Aulnay-sous-Bois, Rosny, Noisy-le-Grand, Bondy, Gagny, Sevran, Villemomble, le Raincy, Livry-Gargan, Clichy et Le Pré-Saint-Gervais. (Les sinistrés, comptez-vous ! il faut s'adresser en mairie pour espérer obtenir une légitime indemnisation).

De leur côté, les pompiers avouent avoir dû répondre à un nombre de demandes de secours « Jamais atteint à ce jour ». 2674

à la date du 1er juin dont 2204 pour inondation. Conséquences, les standards téléphoniques ont été vite saturés, tant au central de l'état-major qu'à celui des zones concernées par l'étrange et violent orage. « Pour faire face à cette situation, explique-t-on à l'état-major dans un communiqué, la brigade a dû dépêcher, au profit des communes sinistrées de la Seine-Saint-Denis, la moitié des moyens implantés sur l'Ouest du secteur (Paris-Hauts de Seine). Outre ces inondations, la brigade a répondu à 470 demandes d'intervention (incendies, accidents, secours aux victimes, etc...) dans les conditions habituelles ». Du jamais vu de mémoire de pompier, de policier, de préfet et, tout simplement, de banlieusard. Les précipitations

enregistrées par la direction départementale de l'équipement ont atteint 64 mm. en plus d'une heure, jamais atteints depuis cinquante ans. En clair, l'eau, à certains endroits en cuvette, dépassait le mètre. Plusieurs mètres.

Les lendemains seront durs : il faudra bien évidemment indemniser. Mais aussi réparer les canalisations, les chaussées complètement déformées, etc... Panser les plaies. Jusqu'à ce que dame météo en ait terminé de ses caprices inexplicables. Même les monuments n'ont pas été épargnés : à l'église de Villemomble, l'orgue est touché, les chaises sont hors d'usage. Plus aucun recours. Même plus celui de prier pour que tout revienne à la normale !

R.B.

APRES LES ORAGES DU 7 JUIN

Rosny déclarée ville sinistrée

Le 7 juin, 3 violents orages ont éclatés successivement au-dessus de Rosny. Les pluies diluviennes qui les ont accompagnés, ont provoqué de nombreux dommages.

Le secteur de la ville le plus sévèrement touché comprend les rues Lavoisier et Galilée.

De nombreux pavillons, ainsi que les sous-sols de la résidence des 10 000 Rosiers, ont été inondés, la hauteur des eaux a atteint jusqu'à 1,50 m dans certaines caves.

Dès le 7 juin dans la soirée, les services techniques de la ville se sont rendus sur les lieux, afin de constater les dégâts et d'envisager les premières mesures à prendre.

Ainsi, M. Daviet, Maire et conseiller général est intervenu auprès de M. le Préfet, commissaire de la République du département de la Seine-Saint-Denis, afin qu'il déclare Rosny-sous-Bois ville sinistrée. La déclaration de sinistre est intervenue par un arrêté préfectoral dès le lendemain.

La Municipalité s'est adressée dans une lettre aux sinistrés, afin de les informer des premières démarches à affectuer pour obtenir les indemnités auxquelles ils peuvent prétendre.

A ce propos, la direction générale des services techniques de la ville s'emploie à constituer des dossiers indivi-



duels ouvrant droit au fonds de secours aux victimes de sinistres et calamités.

Par ailleurs, les travaux d'assainissement entrepris rue E.-Beaulieu sont en voie d'achèvement.

L'installation d'une canalisation d'eaux pluviales entre la rue E.-Auxerre et la rue des Gravières, le remplacement de la canalisation d'eau usées entre les rues Rochebrune et des Gravières permettront d'éviter à l'avenir des inondations en cas de pluies d'orage

d'une exceptionnelle intensité. La reconstruction de la voie E. Beaulieu sera terminée très prochainement. Au niveau interdépartemental, des travaux prévoient le doublement du collecteur des eaux pluviales vers la Marne, ce qui protégera de telles inondations, le secteur durement frappé par les orages du 7 juin. La Municipalité de Rosny-sous-Bois est intervenue afin que ces aménagements s'effectuent le plus rapidement possible.

ANNEXE N°4

PARTICIPANTS AU GROUPE DE TRAVAIL "GESTION AUTOMATISEE
DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT" DU STU

ANNEXE 4

PARTICIPANTS AU GROUPE DE TRAVAIL GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT DU STU (1983 et 1984)

Mrs DEUTSCH et BREUIL	STU
Mr CALVET	Société du Canal de Provence
Mr FAURE-SOULET	CETE d'Aix en Provence
Mr CHERON	LCPC
Mr HEMAIN	LCPC Nantes
Mr DESBORDES	LHM
Mr ALQUIER	ESEEIHT
Mme LEVASSEUR	DREIF
Mrs FREROT et JACQUET	CERGRENE
Mr BUJEON	AFBSN
Mr MOREAU	AFBAP
Mrs BACHOC et DELATTRE	DDE 93
Mme COGEZ	
Mr HERREMANS	DDE 94
Mme PFISTER	
Mr PONTIUS	Ville de Toulouse
Mr BRIAT	SAFEGE

Mr BAUDRY

CSTB

Mr BIENVENU

ENPC

Mme LANCELOT

CERTES

ANNEXE N°5

ELEMENTS D'ANALYSE DES FINANCES DEPARTEMENTALES POUR LES
TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT

ELEMENTS D'ANALYSE DES FINANCES

DEPARTEMENTALES POUR LES

TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT

- TABLEAUX ETABLIS A PARTIR DES COMPTES ADMINISTRATIFS
 - * Evolution du Budget Général du Département
 - * Evolution du Budget Annexe d'Assainissement
 - * Part du budget d'assainissement par rapport au budget général

- COURBES COMPARATIVES DES VOLUMES DES CREDITS VOTES
 - * Section d'investissement du budget annexe d'assainissement
 - * Section de fonctionnement du budget annexe d'assainissement

Source: DDE 93 - AQ3 - Bureau juridique et comptable

TABLEAUX ETABLIS A PARTIR DES
COMPTES ADMINISTRATIFS

EVOLUTION DU BUDGET GENERAL
DU DEPARTEMENT DE LA SEINE SAINT-DENIS

<u>Année</u>	<u>Investissement (MF)</u>	<u>Fonctionnement (MF)</u>	<u>total MF</u>	<u>Progression</u>
1973	167,7	985,6	1153,3	
1974	166,7	1106,5	1273,3	10,4%
1975	203,4	1367,8	1571,3	23,4%
1976	175	1564,2	1739,2	10,6%
1977	199,8	1925,6	2125,5	22,2%
1978	171,3	2346,6	2518	18,4%
1979	256,7	2623,8	2880,5	14,3%
1980	348,9	3010,9	3359,8	16,6%
1981	382,9	3652,3	4035,3	20,1%

EVOLUTION DU BUDGET ANNEXE D'ASSAINISSEMENT

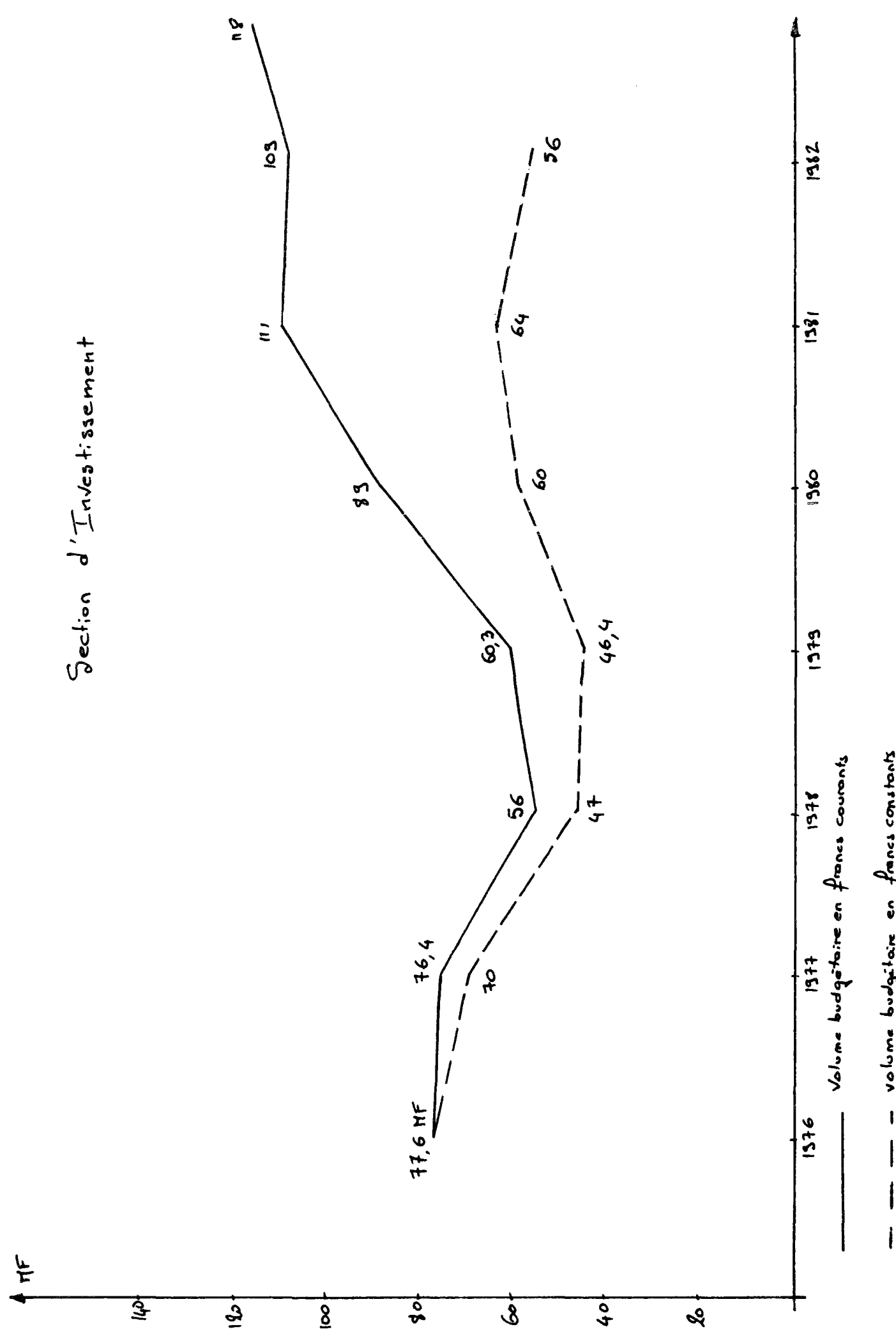
<u>Année</u>	<u>Investissement (MF)</u>	<u>Fonctionnement (MF)</u>	<u>total MF</u>	<u>Progression</u>
1973	39,7	23,4	63,1	
1974	58,3	28,6	86,9	+ 37,7%
1975	46,2	28,9	75,1	- 13,6%
1976	34,2	31,3	65,5	- 12,8%
1977	40,7	36,7	77,4	+ 18,1%
1978	39,4	43	82,4	+ 6,4%
1979	56,4	49,9	106,4	+ 29,1%
1980	118,5	62,7	181,2	+ 70,3%
1981	138,4	75,3	213,7	+ 17,9%
1982	131,4	82,4	213,8	=

PART DU BUDGET ANNEXE D'ASSAINISSEMENT
PAR RAPPORT AU BUDGET GENERAL
DU DEPARTEMENT DE LA SEINE SAINT-DENIS

<u>Année</u>	<u>BAA BG</u>	<u>Investissement</u>	<u>Fonctionnement</u>	<u>total</u>
1973		23,6%	2,3%	5,4%
1974		34,9%	2,6%	6,8%
1975		22,7%	2,1%	4,7%
1976		19,5%	2%	3,7%
1977		20,3%	1,9%	3,7%
1978		23%	1,8%	3,2%
1979		21,9%	1,9%	3,6%
1980		33,9%	2%	5,3%
1981		36,1%	2%	5,2%

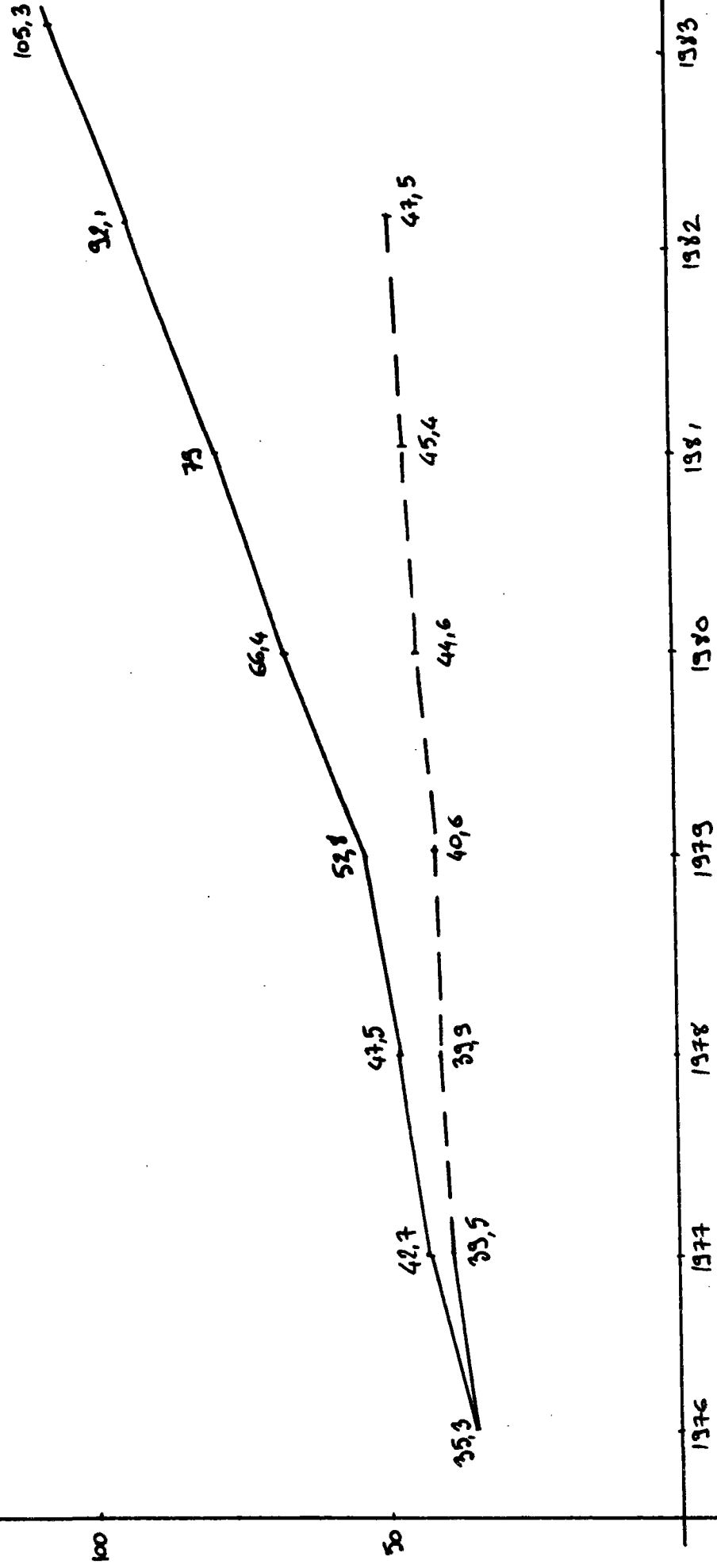
COURBES COMPARATIVES DES
VOLUMES DE CREDITS VOTES

Section d'Investissement



A MF

Section de Fonctionnement



ANNEXE N°6

QUESTIONNAIRE POSE AUX COLLECTIVITES LOCALES

QUESTIONNAIRE

=====

1°) Quels sont les problèmes d'assainissement les plus importants auxquels se heurte le Service d'assainissement ?

- ◊ Débordements de réseau du fait de sa saturation
- ◊ Anomalies du fonctionnement du réseau (apports parasites, pannes d'organes électromécaniques ...)
- ◊ Importante pollution du milieu naturel par le réseau
- ◊ Mauvais rendement de la station dû à la collecte.

2°) Quels sont les causes de ces perturbations ?

- ◊ Retard de l'assainissement par rapport à l'urbanisation
- ◊ Contexte physique défavorable à l'assainissement.....

3°) Les élus sont-ils sensibles à ces problèmes et pourquoi ?

- ◊ Pression de la part de la population
- ◊ Prise d'eau potable à protéger
- ◊ Politique de croissance de l'urbanisation à poursuivre
- ◊ Contraintes financières

* Ont-ils voté un important programme de travaux à engager ?

* Montant du programme

* Montant du budget annexe d'assainissement.

4°) Pensez-vous qu'un système de gestion automatisée puisse résoudre en partie ces problèmes et comment ?

- ◊ Télésurveillance du fonctionnement des organes électromécaniques
- ◊ Contrôle des apports parasites
- ◊ Contrôle des flux en période de temps sec (collecteurs en travaux, fonctionnement des déversoirs d'orage et bi-pass.....)
- ◊ Répartition optimum des flux dans les diverses capacités du réseau en période de crise

..../....

..../....

5°) Avez-vous déjà envisagé un projet de " gestion automatisée " ? Si oui .

◊ Pour répondre à quel objectif ?

◊ S'appliquant sur quelles parties du réseau dont vous avez la charge ?

* Le projet est-il déjà conçu ? (année de conception) et par qui a-t-il été incité ?

◊ Quelles entreprises ont été sollicitées pour mettre en place le système ?

◊ Coût d'investissement estimé :

◊ Des subventions sont-elles attendues ?

6°) Structure du service gestionnaire du réseau

◊ Privé ou public ? Organigramme

◊ Envergure de son échelle de gestion.

ANNEXE N°7

"LES ANOMALIES DES RESEAUX DE COLLECTE"

que de 18 % dans celui du Rhin-Meuse. Une analyse par département fait apparaître de plus grandes disparités (fig. 2). Dans certains — Bas-Rhin, Pyrénées Atlantiques, Isère, Ardèche, Corse — seulement 8 à 9 % de la pollution brute est éliminée. Le « taux record » de 54 % appartient au Calvados.

Certaines villes de plus de 50 000 habitants présentent des taux de dépollution nuls : Strasbourg, Marseille, Toulon, Nice, Antibes, Menton ; alors que d'autres atteignent 75 %, parmi elles, on peut citer Boulogne, Beauvais, Châlons sur Marne, Chambéry. Quant aux villes d'Arras, de Cholet et de Montargis, elles éliminent toute leur pollution ! D'une manière générale, le bilan des Agences fait apparaître une insuffisance manifeste de la collecte des eaux usées. Alors que leur capacité totale est de 47,5 millions d'équivalents-habitants en 1979, les 7 374 stations objets de prime d'épuration, ne reçoivent que 30 millions d'équivalents-habitants et ne fonctionnent donc qu'à 62 % de leur capacité. De plus, le volume des effluents envoyé aux stations est très variable. Il ne dépasse pas 10 % dans le Bas-Rhin, 15 % dans l'Isère et la Meuse et n'atteint des valeurs élevées que dans quelques départements : Gers (67 %), Hérault (67 %), Gard (67 %), Vienne (69 %), Lozère (71 %), Tarn et Garonne (76 %).

En prenant en compte les stations de faible capacité dans les communes non redevables, le nombre total des ouvrages d'épuration atteint 8 000 et correspond à une capacité de 50 millions d'équivalents habitants. Environ 85 % de ces stations sont d'une taille comprise entre 100 et 5 000 équivalents-habitants et représentent 15 % de la capacité totale installée. Quant aux grandes stations, si elles ne forment que 2 % de l'effectif, elles représentent 53 % de la capacité.

Cette capacité donne à la France, un équipement capable d'épurer, en théorie, 81 % de la pollution brute alors que seulement 41 % sont traités. Le taux d'équipement dépasse 100 % dans 25 départements, se situe entre 80 et 100 % dans 24 autres et tombe à 40 % dans quatre départements : Aveyron, Bouches-du-Rhône, Bas-Rhin, Haut-Rhin. Pour la région parisienne qui représente environ le quart de la pollution totale, le taux d'équipement n'est que de 58 %. L'adéquation entre équipement et répartition de la pollu-

Les anomalies des réseaux de collecte

Chef de la Division assainissement urbain à l'Agence de Bassin Artois-Picardie, Bruno Godefroy récapitule ici quelques exemples d'anomalies relevées par l'Agence

Mauvaise conception

- déversoirs d'orage mal conçus (cas fréquent), mal réglés ou fonctionnant à l'envers par temps de pluie ;
- stations de relèvement/refoulement mal dimensionnées ;
- réseaux trop grands ou trop petits, par suite de défaut d'évaluation des débits à évacuer ;
- défaut de prise en compte de la pollution pluviale, absence de bassin d'orage sur réseau, en tête de station d'épuration ;
- dilution des eaux usées par des eaux claires, même par temps sec dans les réseaux séparatifs (branchements de fossés ou de sources, trop pleins d'eau potable, arrivée de drainages divers, captage de sources au cours des travaux, drainage de la nappe par des canalisations non étanches) ;
- matériaux de qualité insuffisante ou mauvaise exécution des travaux, d'où des pertes d'eaux usées ou au contraire des infiltrations d'eaux parasites

Mauvais usages

- raccordements particuliers sur le mauvais tuyau (fréquent) dans les systèmes séparatifs ;
- raccordements partiels (par exemple, seulement pour les eaux ménagères ou sanitaires) ;
- mauvaise exécution des branchements ;
- rejets non prévus initialement ou indésirables, cas de rejets industriels non prévus.

Mauvaise exploitation :

- défaut de réglage des déversoirs d'orage ;
- défaut d'entretien d'où dépôts divers, bouchons ;
- manque d'entretien des stations de relèvement ;
- manque de contrôle des rejets ;
- usure des tuyaux, effondrements, entrées de sables et matériaux divers... ;
- tassements liés à l'utilisation de la voirie.

tion doit donc être améliorée.

Par leur action, les Satese contribuent, non seulement à l'augmentation du rendement des stations, mais facilitent également la connaissance des flux et des rendements dans ces dernières. L'examen des rendements des stations par classe de taille et à taux de charge comparable (50 %) montre une progression continue avec la taille : 27 % pour celles inférieures à 100 Eq-Ha, 68 % dès la taille de 10 000 Eq-Ha, 71 % pour les tailles supérieures à 50 000 Eq-Ha.

Améliorer le fonctionnement par l'automatisation

Il apparaît que les plus mauvais rendements appartiennent aux très petites stations en milieu rural. Ces insuffisances ne sont pas à négliger car elles constituent autant de « points noirs » lorsque le milieu récepteur final a un débit modeste. Elles sont souvent dues à des détails pratiques de réalisation négligés : fond des bassins de décantation élargis, mauvaise implantation de regards des bassins d'aération, granulométrie défectueuse des matériaux pour les lits bactériens qui se colmatent... Il faut aussi incriminer certaines attitudes de renoncement psychologique à une bonne exploitation, « dès qu'il est entendu que la station est surchargée », ou l'hésitation de maires dans la remise en ordre de branchements défectueux sur leurs communes.

Autre responsabilité, celle des élus locaux : souvent, en dehors des périodes électorales, ils se désintéressent du problème, surtout si la rivière — exutoire considéré comme « naturel » — ne traverse pas leur circonscription... D'autres, au contraire, soulignent le désintéressement et le courage des élus qui demandent à leurs électeurs des sommes non négligeables pour des réalisations peu spectaculaires et souvent sources de désagréments temporaires tels qu'odeurs et gêne de circulation. Dans le choix en matière d'assainissement, la responsabilité des maires va encore croître avec les nouvelles dispositions de décentralisation. Pour régler le problème des petites stations, en dehors d'un remplacement par d'autres techniques, par exemple l'épuration par le sol, une bonne solution consisterait en leur automatisation poussée, dispensant du recours aux compétences de spécialistes ou de la visite fréquente d'un

ANNEXE N°8

"PREMIERE DANS L'ESSONNE: UN COMPTEUR ELECTRIQUE
DES EAUX USEES"

ENVIRONNEMENT

« PREMIÈRE » DANS L'ESSONNE

Un compteur électronique des eaux usées

C'est une première qui a lieu actuellement dans l'Essonne avec l'expérimentation sur le collecteur de la vallée de l'Orge, et plus précisément à Villemoisson-sur-Orge, d'un système de comptage des eaux usées. La nature même de ce fluide – rejets industriels et domestiques comprenant des éléments chimiques dissous et des corps solides (boues, déchets, etc.) – a interdit jusqu'à présent l'utilisation des techniques employées pour la mesure des débits. Seule solution, encore partielle car elle ne permet d'obtenir que la hauteur des eaux dans le conduit : la station dite de relèvement.

Avec l'urbanisation croissante, des millions de mètres cubes se déversent quotidiennement dans les canalisations d'assainissement, et il n'est plus permis d'ignorer la vie interne des collecteurs et la quantité d'eau qui y circule. L'électronique a apporté une solution. Le système de comptage expérimenté, que l'on doit à un centre de recherche dépendant de l'Ecole nationale des ponts et chaussées, repose en effet sur l'utilisation des ultrasons, qui se propagent très bien dans l'eau. Cinq petits émetteurs sont placés au cœur même de l'émissaire de collecte. L'un d'entre eux sert uniquement à connaître le niveau des eaux, et les quatre autres déterminent leur vitesse d'écoulement. A l'extérieur, se trouve un mini-ordinateur qui analyse les données pour calculer le dé-

bit et qui stocke ces renseignements chiffrés. Cette petite banque informatique peut être interrogée à distance, et ces informations sont traitées au centre d'exploitation du syndicat intercommunal de la vallée de l'Orge, qui assure la surveillance de l'ensemble.

Pouvoir compter les eaux usées représente un grand progrès à la fois écologique et économique.

Un réseau d'assainissement comprend en principe deux conduits différents, un pour les eaux usées, l'autre pour celles de pluie. Les premières allant à la station d'épuration et les secondes à la rivière, elles ne doivent pas se mélanger. Un ensemble de compteurs permet justement de déterminer, après calcul, s'il y a des mélanges et les endroits où ils se produisent. On évite ainsi le rejet d'effluents dans les cours d'eau – c'est l'aspect écologique, – de même que l'on envoie évidemment des fluides usés à l'usine de traitement – c'est l'aspect économique.

On utilisera bientôt trois autres systèmes identiques de comptage dans la vallée de l'Orge. L'expérience en cours sera donc complète et d'autant plus instructive que le collecteur expérimental intéresse près de cent cinquante mille foyers, soit environ la moitié de la population de l'Essonne.

PATRICK DESAVIE.

Source : "Le Monde" 8 mars 1983

ANNEXE N°9

BUDGET D'ASSAINISSEMENT DE QUELQUES COLLECTIVITES

COLLECTIVITE	POPULATION (1982)	BUDGET ASSAINISSEMENT		Total	COUT DE LA GESTION AUTOMATISEE	EVALUATION DES BESOINS TOTAUX (programmation)
		Investissement en MF	Fonctionnement			
SEINE ST-DENIS	1 325 000	103 MF (82) soit 79 F/hab.	79 MF soit 60 F/hab.	182 MF	15,2 MF (HT 81)	1000 MF (75)
VAL DE MARNE	1 250 000			93 MF = 74,4 F/hab.	1 à 2 MF/an = 1,6% du budget	
HAUTS DE SEINE					42 MF (HT 80) + 30 MF déversoir orage = une année d'investissement	
LYON	1 500 000	84 MF(84)=56F/hab.			Pas de crédits	12 MF/An pendant 5 ans
LILLE	1 000 000	65 MF (84)H.T. station + réseau	135 MF dont 30 MF pour la station	200 MF dont 10 pour inondations		558 MF station + réseau
MARSEILLE	800 000	153 MF/station + 55 MF/réseau (69F/hab.pour rés.)	149 MF dont 21 pour A.I.T. et épargne	302 MF	32 MF dont 3 pour le PC. 0,5% du budget. Automatisation bassin=1MF(84)	
BORDEAUX	600 000	200 MF (84) dont 100 pour EP			1 MF (automatisation d'un bassin)	
TOULOUSE	385 000		33 MF=86 F/hab.		1,1 MF (82) d'investissement	
NANCY	300 000	23 MF=76,6 F/hab.	47 MF=157F/hab.	70 MF (83)	5MF logiciels+3 à 4MF automatismes + 4 à 5MF d'informatique=18,5% budget total=60% invest.(=1/4 eau + assainis.)	120 MF de 1973 à 80
ORGE	300 000	45MF(84)=150F/hab.	12 MF = 40 F/hab.	57 MF (84)		
NICE	400 000	80MF = 200F/hab.			1 à 2 MF/40MF collecteurs+2,5% travaux	
RENNES	200 000	8 MF=40 F/hab.	28MF=140F/hab.	36 MF (84)	568 000 F (HT fin 82)=8,3% invest.	
LE HAYRE	200 000	7 MF 35F/hab.	35MF=175F/hab.	42 MF	5 MF assain.(=1/4 total eau+assain.) 4% travaux totaux	128 MF de 83 à 89
LA BAULE	de 28 000 à 220 000	10MF=de 4,5 à 35,7F/hab. 10 MF	10 MF	20 MF (84)	Télésurveillance=1MF Télécontrôle=4MF(84)	150 MF voté en 80
ST MALO				20 MF (84)		
ORLEANS (ville)	120 000	10 MF=84 F/hab.	30 MF=250 F/hab.	40 MF	700000F(84)=télésurveillance=7% invest	de 400 à 500 MF pour SIVOM
ARRAS	85 000				1 MF étude faisabilité	
NANTES		20 à 30 MF (83)			une année d'investissement	

ANNEXE N° 10

QUELQUES OUTILS DE GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

FIG.1: Limnigraphe "bulle à bulle"

FIG.2 et 3: Capteurs de mesure de débit (ENDRESS et HAUSER)

FIG.4: Plaquette commerciale de la société SOFREL

FIG.5: Vanne murale à étanchéité absolue (E.G.A.)

FIG.6: Salle de commande et de contrôle à Toulouse

FIG.7: Vitrine TSUKUBA

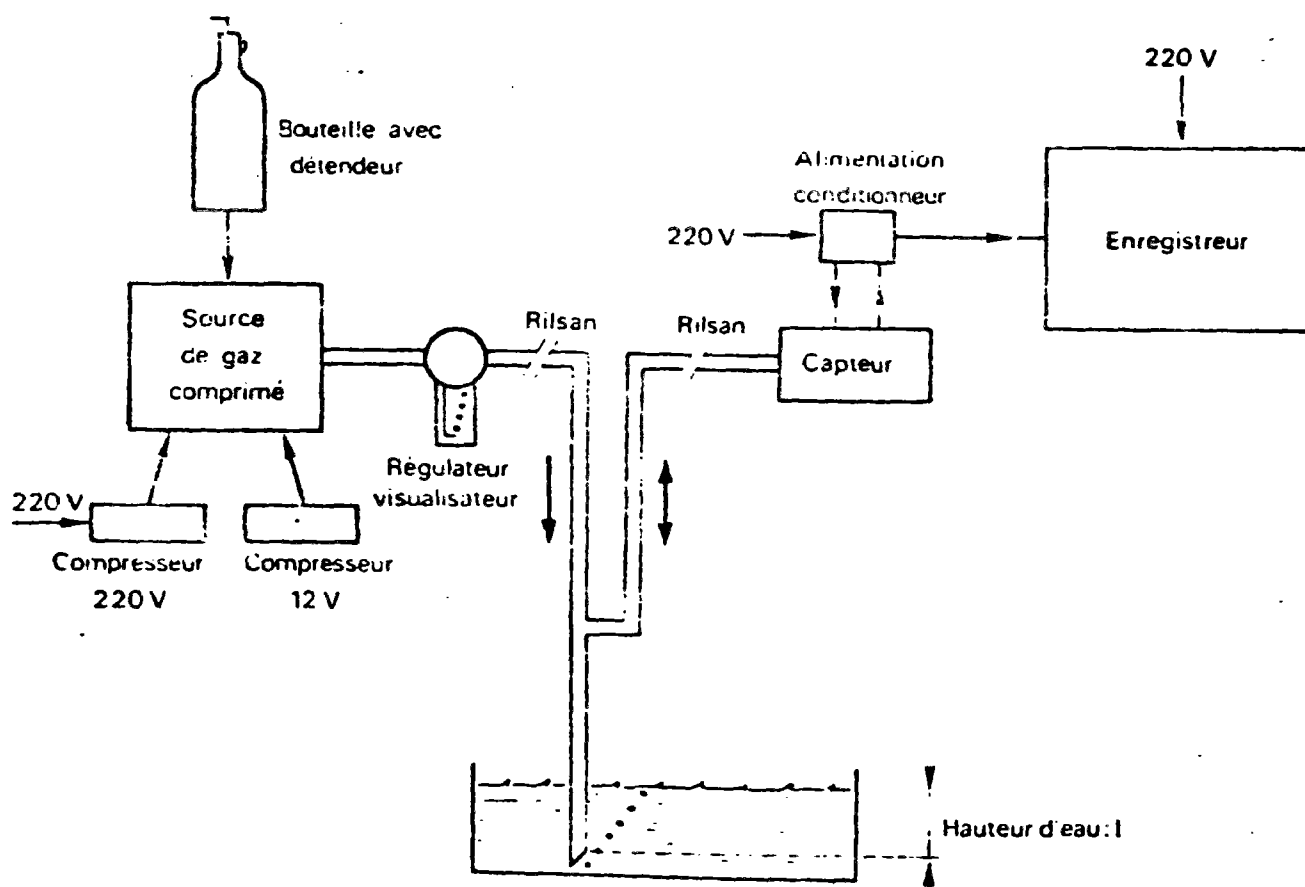
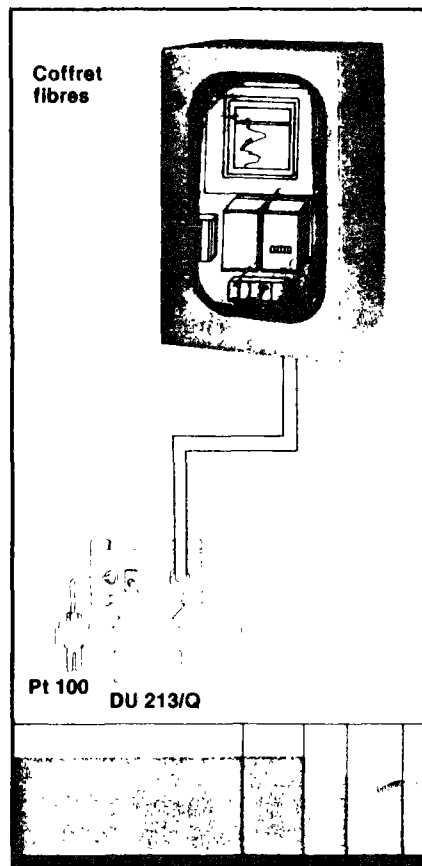


Fig.1. Schéma de fonctionnement d'un limnigraphe de type « bulle à bulle »

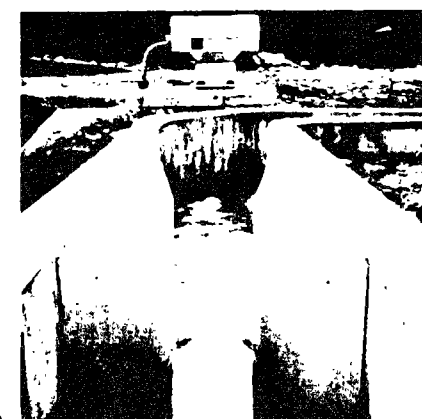
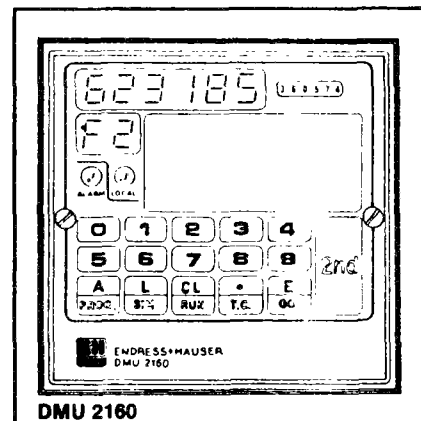
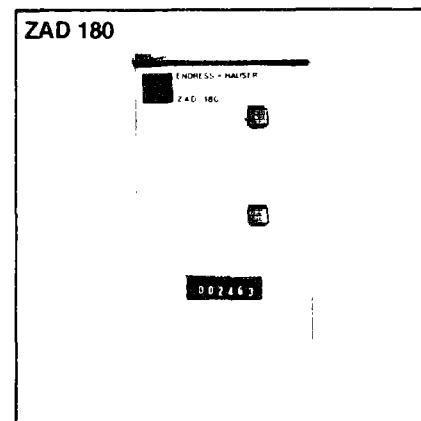
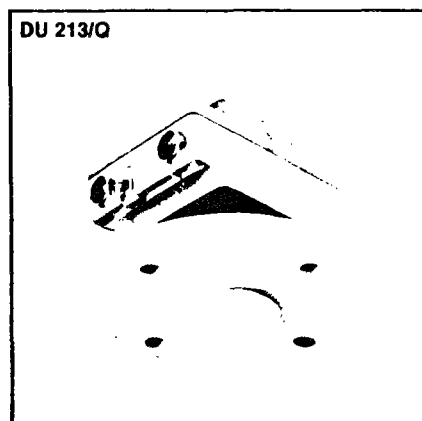
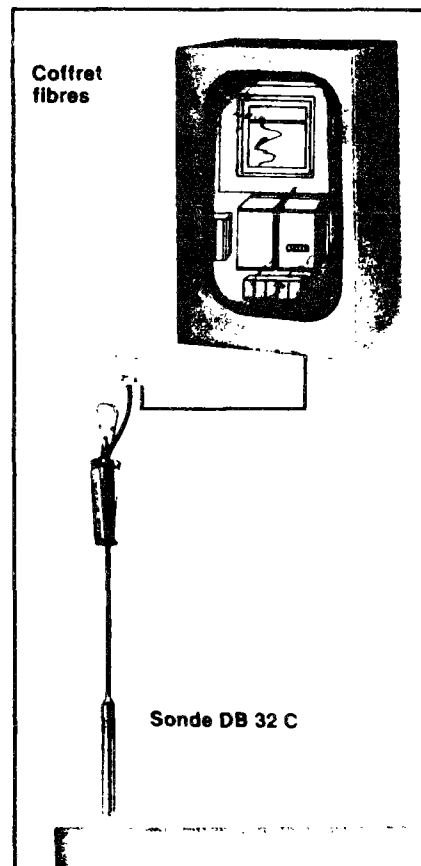
Source: BACHOC A. Stage ENPC du 14 au 16 décembre 1982

Fig.2 *Contrôleurs continus à ultrasons et à sonde piézorésistive*



Coffret en fibre avec porte avant vitrée, étanchéité à l'eau de ruissellement et à la poussière IP 55. Chauffage de mise hors gel par élément thermostaté. Transformateur d'isolement incorporé. Fermeture par cadenas.

- Coffret DMU 9260 avec FMU 2780 et ZAD 180 complètera un enregistreur galvanométrique.
Sur le site : sonde DU 213
- Coffret DMU 9180 avec FMC 380 et ZAD 180 couplés à un enregistreur galvanométrique.
Sur le site : sonde DB 32 C ou sonde DB 11 A avec générateur d'air.



Linéarisateur ZAD 180

Le linéarisateur intégrateur ZAD 180 réalise la fonction : $Q = F(h^1 \dots ^3)$

Q = débit h = hauteur de la lame dans le canal par ex.

Diviseur programmable de 26 imp/h à 6 imp/s.

PROM interchangeable et pouvant être programmé pour toute fonction

$Q = (h^1 \dots ^3)$

Compteur électro-mécanique.

Possibilité d'adjoindre un diviseur permettant une commande de prise d'échantillon.

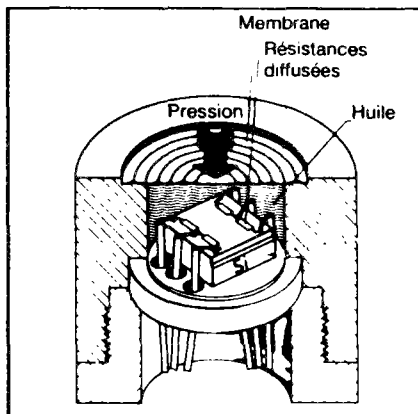
Fonctionnement digital du système.

Même les fonctions avec point d'inflexion peuvent être linéarisées.

Débitmètre à ultrasons pour caniveau ouvert type FLOWSONIC DMU 2160

Version compacte à micro-processeur d'un ensemble de mesure de hauteur d'eau, de linéarisation librement programmable, d'intégration et d'exploitation des valeurs de seuils d'alarme sur les hauteurs et débit. Résolution meilleure que ± 2 mm sur la hauteur d'eau.

Fig.3 *Mesure continue de niveau
par capteur de pression
(sonde piézorésistive)*



Principe

La sonde piézorésistive DB... implantée dans le réservoir possède une cellule de mesure au silicium, qui est montée dans une chambre de pression remplie avec 0,15 cm³ d'huile aux silicones. Cette chambre de pression est fermée vers l'extérieur par une membrane en acier inoxydable.

Le niveau à mesurer dans le réservoir (liquide) agit par pression hydrostatique sur la cellule de mesure au silicium, par l'intermédiaire de la membrane et du fluide de transmission. Les valeurs des résistances du pont de mesure diffusé dans la cellule au silicium sont modifiées par effet piézorésistif.

La préamplification dans la sonde piézorésistive DB... transforme les variations de résistance en un signal de mesure proportionnel au niveau.

Le coffret amplificateur SILOMETER FMC alimente la sonde DB... avec une tension continue, affiche le niveau sur un indicateur incorporé et délivre une tension et un courant normalisé pour l'indication à distance.

Entre la hauteur h , la pression p sur la membrane du capteur et le poids spécifique ρ (en kg/l ou g/cm³) du liquide dans le réservoir, il existe la relation suivante :

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

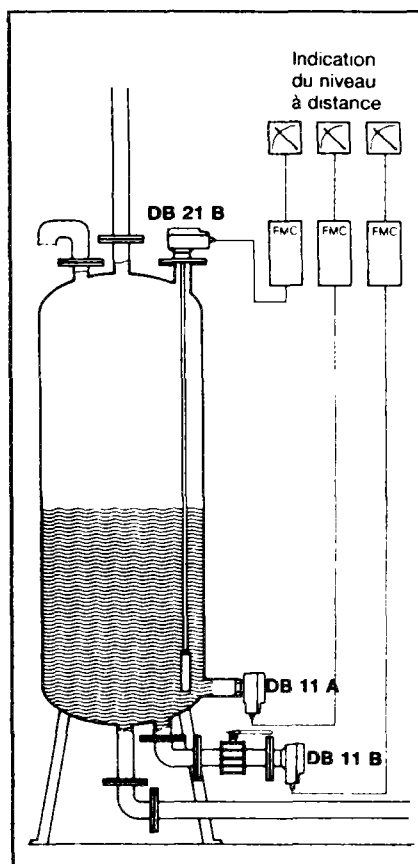
(g = accélération = 0,09807)

On peut ainsi mesurer la hauteur lorsque le poids spécifique ρ du liquide est constant.

La masse du produit dans le réservoir peut également être mesurée lorsque le poids spécifique ρ varie, à condition que le niveau n'ait pas d'importance. Nous vous recommandons dans ce dernier cas l'implantation d'un détecteur tout ou rien pour éviter un débordement.

Applications

Mesure continue de niveau dans les liquides de toute nature :
à haute ou faible viscosité, agressif,

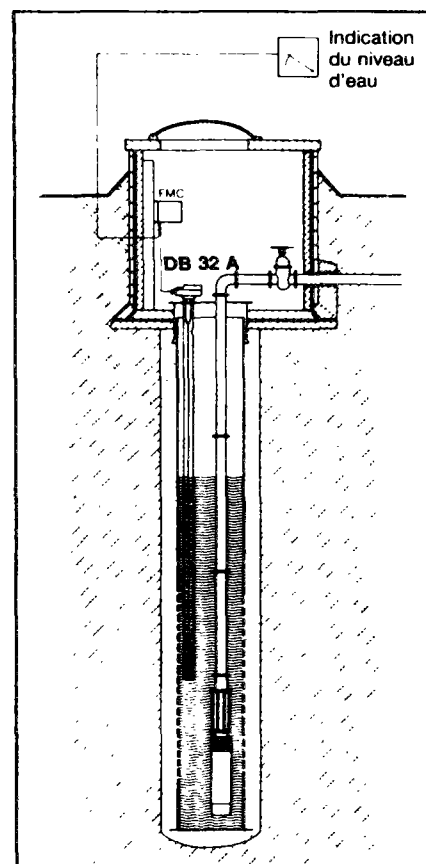


chargé, colmatant, inflammable car il existe en dehors des sondes piézorésistives pour les applications générales également des versions pour utilisation sur les navires, pour le domaine alimentaire (par ex. laiterie) et pour atmosphère explosive zone 0, pour des réservoirs à partir de 1 m de hauteur jusqu'au puits avec 160 m de colonne d'eau.

Les sondes piézorésistives ci-après sont prévues pour des mesures de niveau dans les réservoirs à pression atmosphérique.

Applications spéciales

Mesure de pression dans les gaz.



Mesure de pression différentielle par ex. pour la commande de dégrillage dans un canal.

Mesure de niveau dans les réservoirs en surpression et mesure de densité d'un liquide en utilisant un amplificateur spécial.

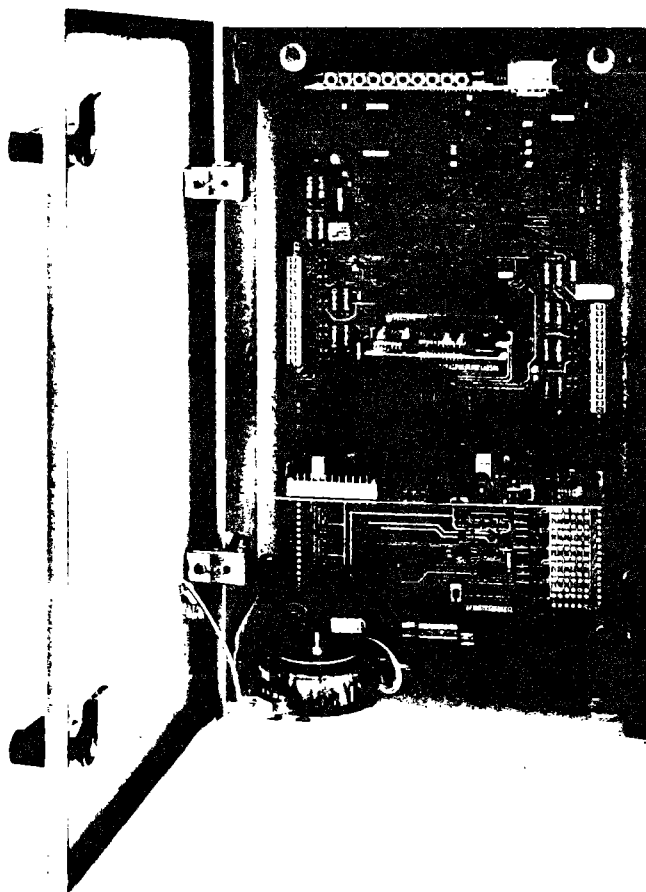
Restrictions

Une variation de la densité du liquide se traduit par une variation de l'indication. Le produit ne doit pas durcir sur la membrane, ni cristalliser dans le réservoir.

La température du produit ne doit pas dépasser 120°C (en utilisant les appareils standard).

Fig. 4

NANOSAT



NANOSAT est un élément de la gamme des matériels de télégestion SOFREL.

NANOSAT est compatible avec l'ensemble des automates SOFREL. Il est la solution économique de base.

NANOSAT est conçu comme un automate local, il assure:

- l'acquisition des informations
- la gestion des processus
- l'application des télécommandes locales
- la transmission des informations vers le télécentre
- la réception des consignes provenant du télécentre

NANOSAT peut être incorporé dans des réseaux de télégestion de sites locaux ou répartis.

Ses supports de transmission sont multiples et modulaires:

- ligne spécialisée
- réseau téléphonique commuté
- radio 32 MHz, 440 MHz

SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Nature des informations véhiculées

NANOSAT → Télécetre

16 télésignalisations : informations binaires (TS)
+ sélection alarme / signalisation (mode)
horodatation des événements
comptage du nombre de changements d'états et de leur durée.

4 télécomptages : informations numériques (TLC/TLH)

4 télémesures : mesures analogiques (TM)

- entrées courants (4-20 mA, etc.)
- entrées tensions (0-10 V, etc.)
- capteurs variés (potentiomètre...)
- TM isolées sur demande

Télécetre → NANOSAT

8 télécommandes : consignes binaires (TC)

1 télé réglage : consigne analogique (TLR)

- sorties divers standards (0-10 V; 4-20 mA...)
- sorties isolées sur demande

messages de services : heure, paramètres...

Sécurité de transmission

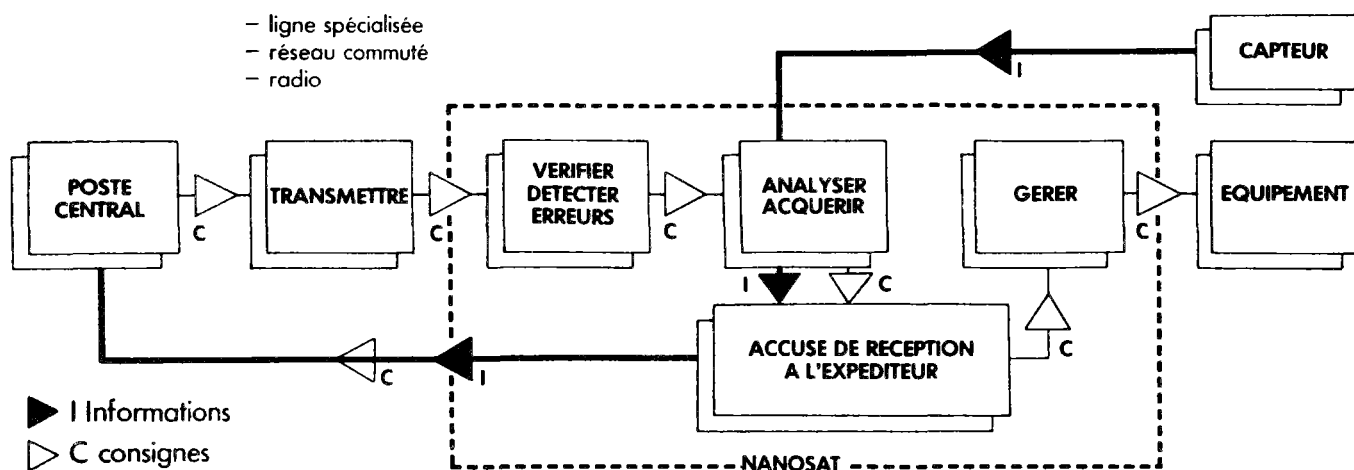
3 niveaux de sécurité

- contrôle de parité par octet
- contrôle de parité vertical par bloc d'informations
- contrôle général du message (check sum)

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- microprocesseur MC 6802
- configuration : monocarte avec circuits d'entrées/sorties, interface de communication et convertisseur d'alimentation.
- mode d'exploitation : transmission par liaison série asynchrone
- type de modulation : déplacement de fréquence
- rapidité de modulation : standard 300 bauds, ligne spécialisée : 600, 1200 bauds
 - Niveau d'émission : 0 à - 20 dBm
 - Niveau de réception : 0 à - 45 dBm
- Alimentation : soit. 220 V 50 Hz
soit. 24 Vcc
- Consommation : fonction de la configuration
- Dimensions : coffret 936 x 351 x 216 mm

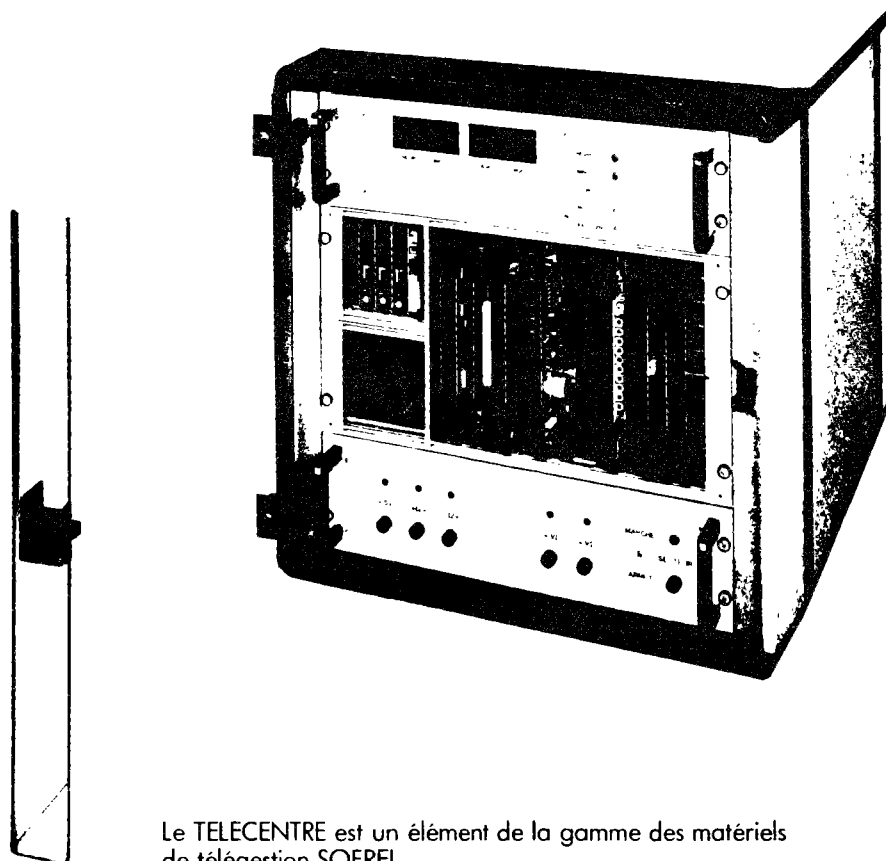
SYNOPTIQUE



SOFREL

la télé intelligence

POSTE CENTRAL



Le TELECENTRE est un élément de la gamme des matériels de télégestion SOFREL.

Le TELECENTRE permet de gérer des systèmes de report vers du personnel d'astreinte par réseau VHF, Eurosignal et diffusion de messages par synthèse de la parole.

Le TELECENTRE est un automate de gestion des différents satellites* de la gamme SOFREL.

Il assure :

- l'acquisition des informations en provenance des satellites
- la gestion de ces informations
- la transmission des consignes vers les satellites
- la gestion des différents supports de transmission

* Un satellite est défini par un automate local doté d'une interface de télécommunication avec un télécentre. La gamme de satellites SOFREL étant principalement constituée de TRANSTEL, PICOSAT, NANOSAT, MICROSAT et MINISAT.

Les supports de transmission utilisés dans un réseau de télégestion sont multiples :

- ligne spécialisée
- réseau téléphonique commuté
- radio 32 MHz, 440 MHz

Des périphériques peuvent lui être connectés :

- tableau synoptique
- écran graphique
- calculateur de gestion

SOFREL
la télé intelligence

SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Nature des informations véhiculées

— Poste central → Satellite

Télécommandes: consignes binaires (TC)

Téléréglages: consignes analogiques (TLR)

Messages de services: heures, paramètres...

— Satellite → Poste central

Télésignalisations: information binaires (TS)

- sélection du mode: alarme ou signalisation

- horodatation des événements

- comptage du nombre de changements d'états et de leur durée

Télécomptages: informations numériques (TLC, TLH)

Télémessures: mesures analogiques (TM)

Les E/S des TM et TLR peuvent être isolées sur demande.

Postes satellites

Informations Satellites	TS	TM	TLC	TC	TLR	Remarques
MINISAT	32	8	8/4	32	8	note 1
MICROSAT	32	8	8/4	32/16	8	note 2
NANOSAT	16	4	4	8	1	note 2

Note 1: MINISAT présente, de base une structure d'accueil de 12 cartes d'interface dont au maximum 8 d'un même type.

Note 2: configuration maximum.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

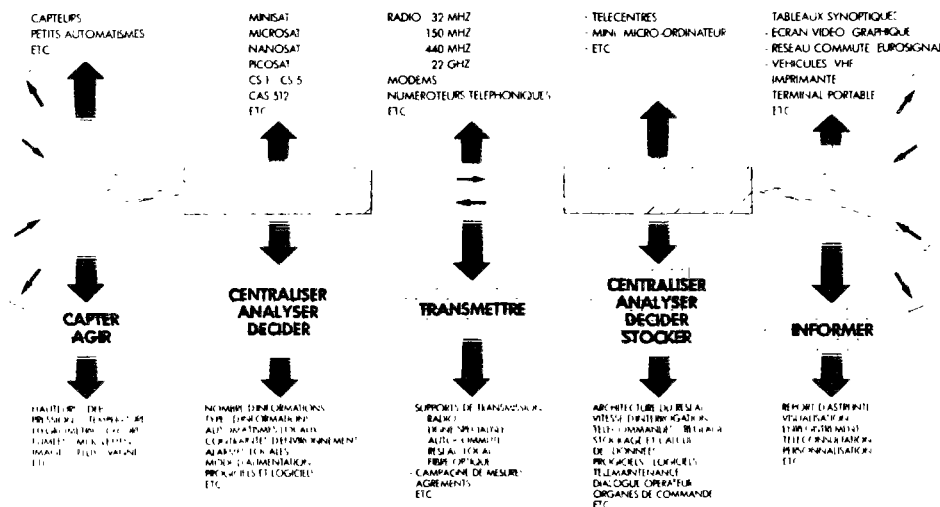
- Unité centrale gérée par microprocesseur MC 6802
- Présentation: baie ou bureau avec rack horloge, alimentation et cartes.
- Configuration: cage double Europe avec bus
- Mode d'Exploitation: transmission par liaison série asynchrone.
- Type de modulation: déplacement de fréquence.
- Rapidité de modulation: standard: 300 bauds
ligne spécialisée: 600, 1200 bauds.
- Niveau d'émission: 0 dBm à - 20 dBm
- Niveau de réception: 0 dBm à - 45 dBm
- Alimentation: 220 V 50 Hz
24 Vcc
- Consommation: fonction de la configuration
- Dimensions: 595 x 682 x 800 mm

CARTES INTERFACE STANDARDS

- carte CPU: unité centrale
- carte mémoire
- carte CLI: liaison imprimante
- carte horloge

- carte recom: interface réseau commuté
- carte modem: modulateur/démodulateur

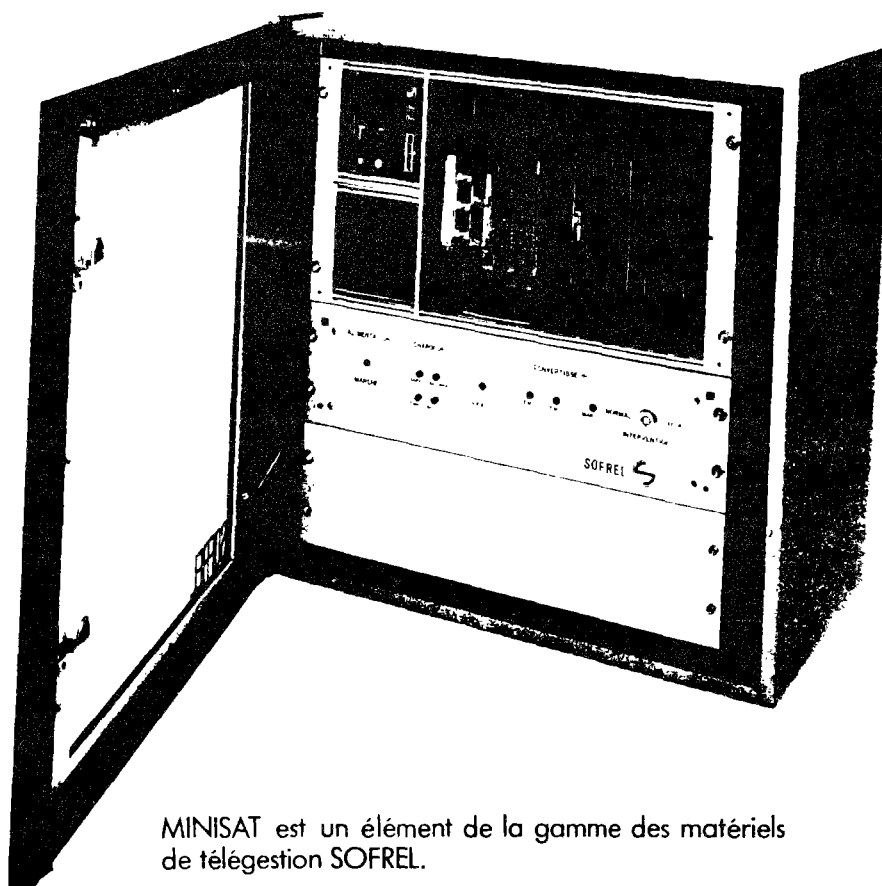
- carte SYNPA: synthèse de parole
- carte MEPA: mémoire de parole
- carte d'interfaces radio
- carte LSER: liaisons "série V24"



SOFREL

la télé intelligence

MINISAT



MINISAT est un élément de la gamme des matériels de télégestion SOFREL.

MINISAT est conçu comme un puissant automate local: c'est un système évolutif, d'une modularité importante qui lui confère un grand nombre d'entrées / sorties et une capacité de travail élevée. Sa grande souplesse d'utilisation et sa puissance constituent l'atout majeur du MINISAT.

MINISAT assure:

- l'acquisition des informations
- la gestion des processus
- l'application des télécommandes locales
- la transmission des informations vers le télécentre
- la réception des consignes provenant du télécentre.

MINISAT peut être incorporé dans des réseaux de télégestion de sites locaux ou répartis.

MINISAT est compatible avec l'ensemble des automates SOFREL.

Des supports de transmission sont multiples et modulaires:

- ligne spécialisée
- réseau téléphonique commuté
- radio 32 MHz, 440 MHz

SOFREL

la télé intelligence

SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Nature des informations véhiculées

– MINISAT → Télécentre

- Télésignalisation: informations binaires (TS)
sélection: alarme/signalisation
horodatation des événements
comptage du nombre de changements d'états et de leur durée.
- télécomptages: informations numériques (TLC/TLH)
- télémesures: mesures analogiques (TM)
 - entrée courants (4-20 mA, etc...)
 - entrées tensions (0-10 V, etc...)
 - capteurs variés (potentiomètre...)
 - TM isolées sur demande

– Télécentre → MINISAT

- télécommandes: consignes binaires (TC)
- télé réglages: consignes analogiques (TLR)
 - sorties divers standards (0-10 V; 4-20 mA, etc...)
 - sorties isolées sur demande

messages de services: heure, paramètres...

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- microprocesseur MC 6802
- configuration: cage format double europe avec bus S64. Le nombre et la nature des cartes sont fonctions de l'application à gérer
- mode d'exploitation: transmission par liaison série asynchrone
- rapidité de modulation: standard 300 bauds, ligne spécialisée 600, 1200 bauds
- type de modulation: déplacement de fréquence
 - Niveau d'émission 0 dBm à - 20 dBm
 - Niveau de réception 0 dBm à - 45 dBm
- Alimentation: 220 V - 50 Hz
24 Vcc
- Consommation: fonction de la configuration
- Dimensions: 600 x 620 x 360 mm
- Poids: 50 kg max.

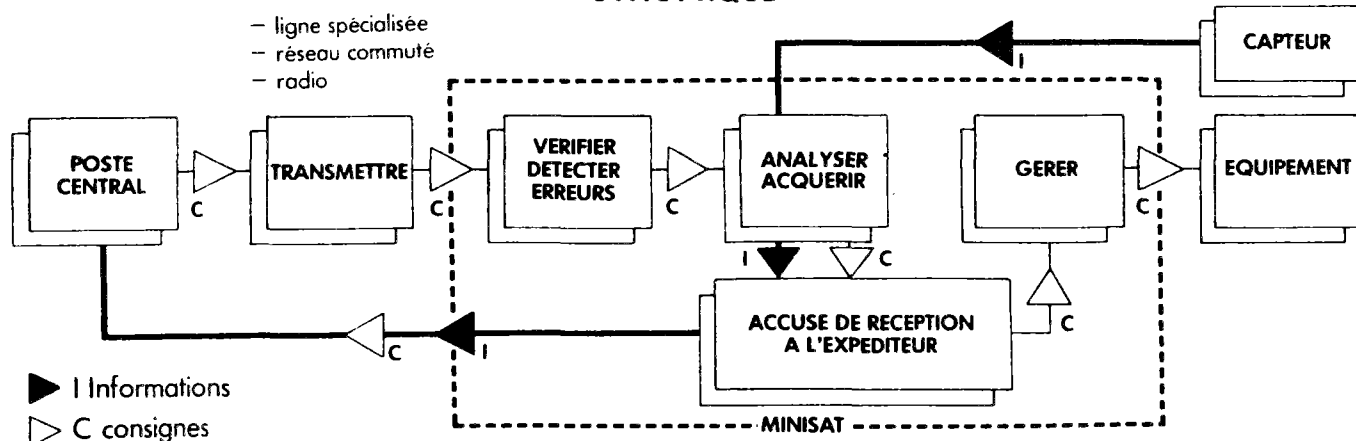
LISTE DES CARTES D'INTERFACE

- carte CPU: unité centrale
- carte mémoire
- carte PERS 32: personnalisation du MINISAT
- carte modem: modulateur/démodulateur
- carte CSR 16/32: 16/32 sorties/carte
- carte CETS 32: 32 entrées/carte
- carte CAN: 8 TM/carte

- carte CNA: 8 TLR/carte
- carte CMPT 4/8: comptage d'événements ou de temps: 4/8 TLC/carte

IMPORTANT: MINISAT présente une structure d'accueil de 12 cartes d'interface dont au maximum 8 d'un même type.

SYNOPTIQUE



SOFREL
la télé intelligence

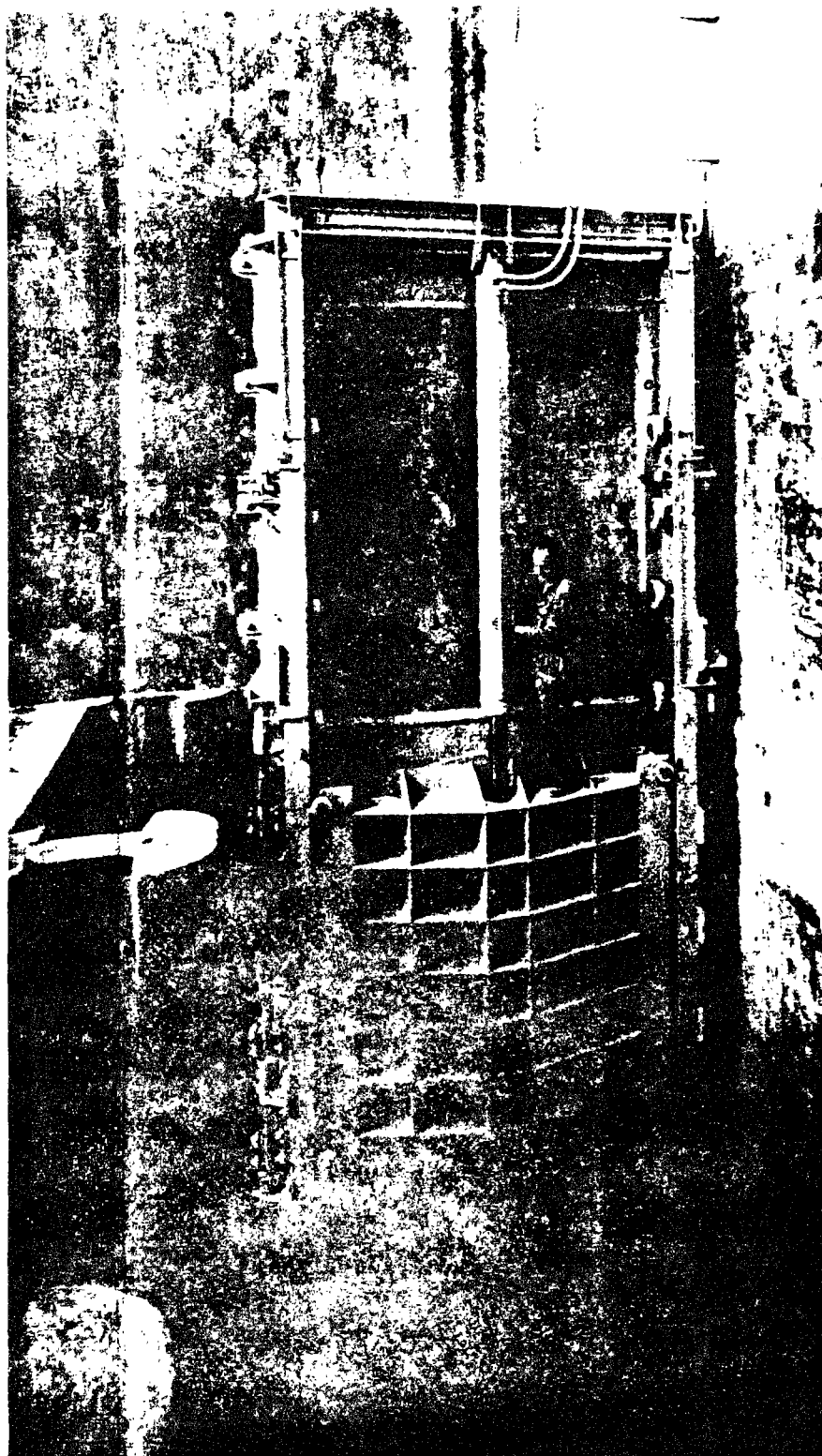


Fig.5 : Station de prétraitement des eaux usées de la ville de Nice (06).
 Vanne murale à étanchéité absolue. Ø N : 2 mètres.
 Waste water pretreatment plant for the city of Nice (06).
 Impervious wall gate. Ø N : 2 meters.

Vanne méplate à passage intégral, Ø N : 1,60m. pour eaux usées.
 Vanne en cours de montage.
 Sluice gate with a intégral passage, Ø N : 1,60m. for waste water.
 Gate under construction.

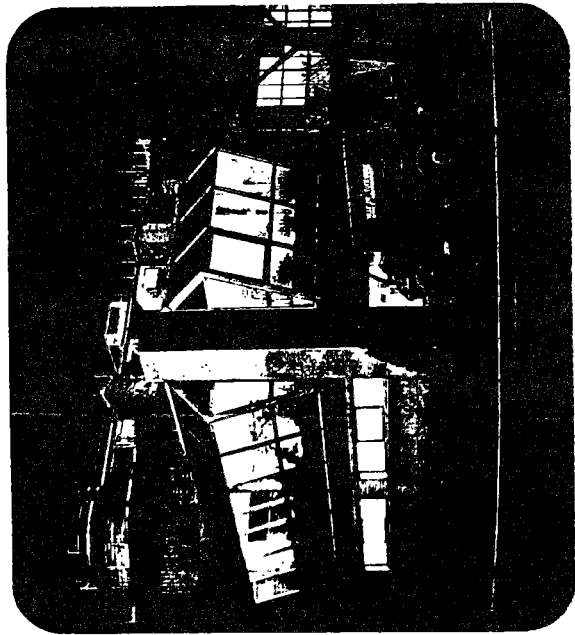
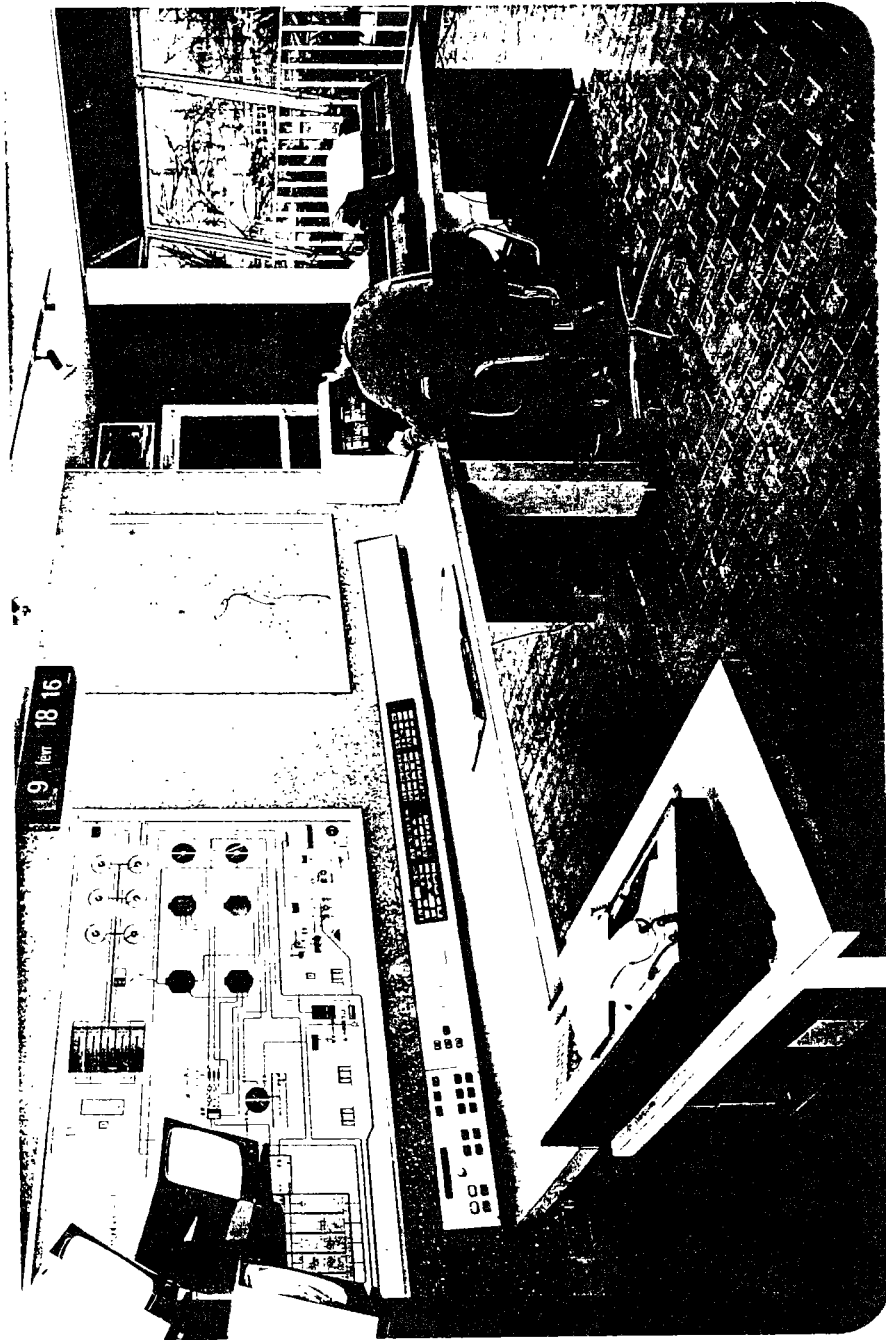
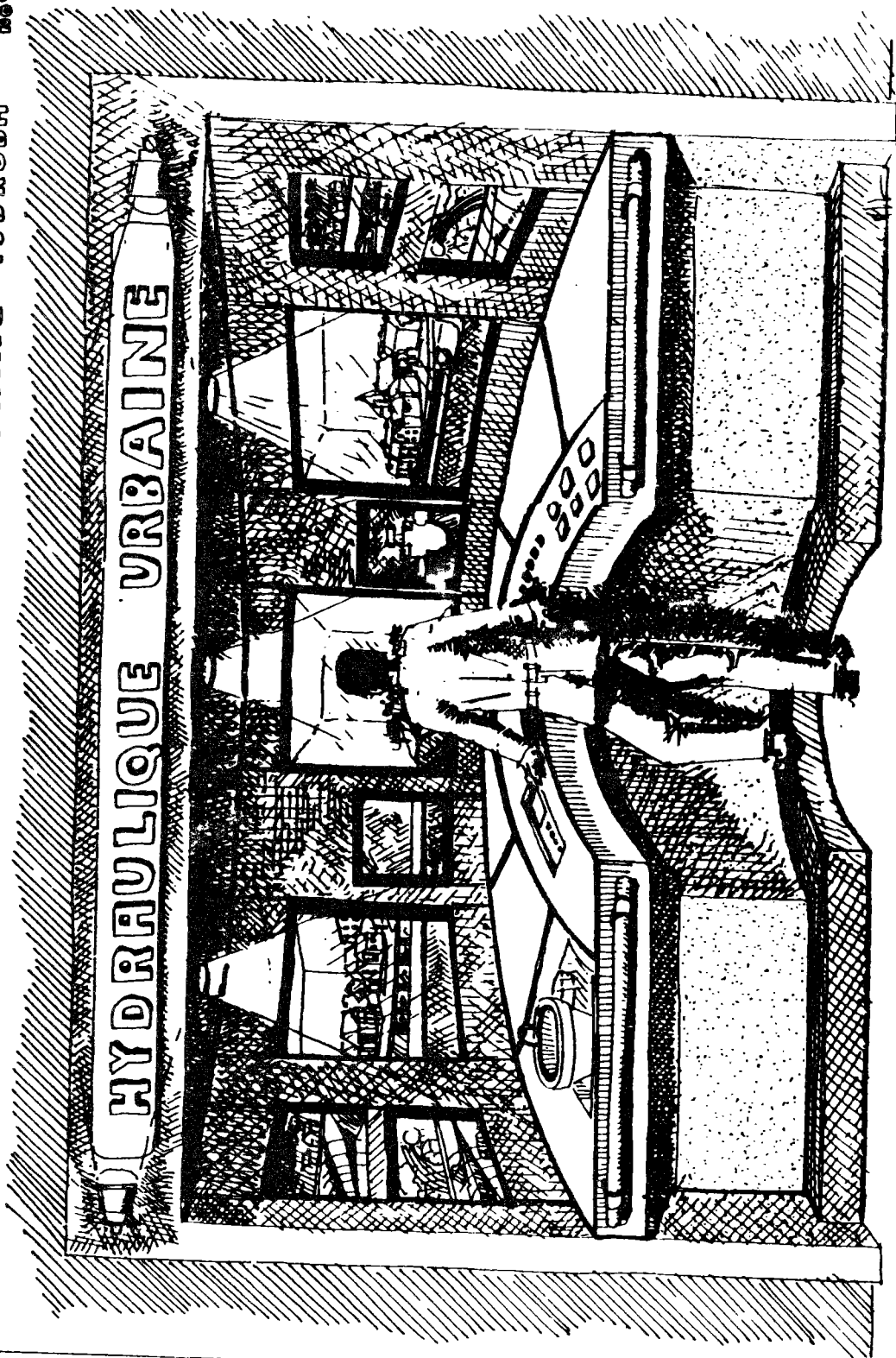


Fig. 6: Salle de commande et de contrôle



VITRINE TSUKUBA

NOV 84.



D.D.E. SEINE S^o DENIS -
NEYRTEC - PROMOCOM.

MINISTRE DE L'URBANISME,
DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS

Fig. 7 Vitrine TSUKUBA

ANNEXE N° 11

LISTE DES PERSONNES INTERVIEWEES

ANNEXE 11

Liste des personnes interviewées

Mr	ADROVER	DDE 93.A03, Subdivision "travaux neufs"
Mr	AGUILLAR	Syndicat intercommunal de l'assainissement de la vallée de l'Orge inférieure
Mr	BACHOC	DDE 93.A03, Subdivision "Gestion des Eaux"
Mr	BAGUENIER	Ministère de l'Intérieur, DGCL
Mr	BATAILLEY	DDE du Tarn et Garonne
Mr	BASTIE	Centre de Recherches et d'Etudes sur Paris et l'Ile de France
Mr	BAUDOIN	DDE 93.A03, électrotechnicien
Mr	BELLEC	Ville de St Malo, services techniques
Mr	BERREBI	DDE 93. Responsable d'A03
Mr	BIENVENU	Stagiaire de l'ENPC au STU
Mr	BLANCHARD	DDE 93.A03, responsable syndical
Mr	BLANCHET	DDE 93. Groupe d'Etudes et de Programmation
Mme	BOIZEAU	Conseil Régional d'Ile de France, chargée de mission du Cabinet
Mr	BORG	DDE 93.A03, bureau financier et comptable
Mr	BOUCHET	DDE 93.A01

Mr	BOURGOGNE	Ville de Caen, service assainissement
Mr	BOURSIER	Conseiller Général de Seine St Denis, 3e commission
Mr	BUON	Ville de Nantes, service assainissement
Mr	BURGUN	District de Nancy, service eau et assainissement
Mr	CALLON	Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, groupe de Sociologie de l'innovation
Mr	CALVET	Société du Canal de Provence
Mr	CHERON	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
Mr	CHEVREAU	Société EGA
Mr	CHOPIN	Mairie d'Aulnay-sous-Bois
Mme	COGEZ	DDE 93.A03, subdivision "Etudes Générales"
Mr	CRAMBERT	Société SOFREL
Mr	DARLOY	Conseil Général de Seine St Denis, chargé de mission
Mr	DELATTRE	DDE 93.A03, subdivision "Gestion des Eaux"
Mr	DE PAITRIS	Société EMR
Mr	DESMULLIEZ	Communauté urbaine de Lille, service assainissement
Mr	DEUSTCH	STU. Division des Equipements Urbains
Mme	DROESCH	DDE 93.A03, bureau administratif
Mr	FREROT	CERGRENE
Mr	GAILLARD	CERGRENE
Mr	GAUDRON	Adjoint au Maire d'Aulnay-sous-Bois

Mr	GEOFFROY	Stagiaire de l'ENPC à la SADE
Mr	GERVAISE	SIAAP, services techniques
Mr	GOURIO	Ville de Rennes, service assainissement
Mr	GUICHARD	Communauté urbaine de Bordeaux, service assainissement
Mr	HARTE	DDE 93.A03, subdivision "Entretien et Exploitation"
Mr	HELARY	DDE 93.A03, subdivision "Etudes Générales"
Mr	HERREMANS	DDE 94, service assainissement
Mr	HERVIO	Département Seine St Denis, Directeur Général des services techniques
Mr	HODEAU	Communauté urbaine de Lyon, service assainissement
Mr G.	JACQUET	CERGRENE
Mr	JIBOULOT	Société ENDRESS et HAUSER
Mr	LACHAISE	Ville d'Orléans, service assainissement
Mr	LACROIX	Ville de Marseille, service assainissement
Mr	LAMOURE	CENELT-CERGRENE
Mr	LAVIT	Ministère de l'Environnement
Melle	LECORBIER	DDE 92, service assainissement
Mr	LECUYER	Ville du Havre, service assainissement
Mr	LESQUEF	AFBSN, division pollution
Mr A.	MARCHAND	District de Nancy, Directeur Général des services techniques

Mr J. MARCHAND	Direction Régionale de l'Equipement de l'Ile de France
Mr MILLET	DDE 92, service assainissement
Mr NICOLON	CNRS
Mr PAITRY	DDE 93.A03, cellule pollution
Mr PIOT	DDE 92, service assainissement
Mr PLATONE	Fondation Nationale des Sciences Politiques (CEVIPOF)
Mr POILLEUX	Ville de Nice, service assainissement
Mr POUPAR	Ville d'Aulnay-sous-Bois, service assainissement
Mr RENARD	Conseiller Général de Seine St Denis
Mr ROUSSET	DDE de l'Oise
Mr SAUVAGNAT	DDE 93.A03, subdivision "Entretien et Exploitation"
Mr SERIE	Syndicat intercommunal de la Baule, société SOBEA
Mr SPARFEL	Mairie de Nantes, adjoint au Maire
Mr SOTTY	Ville de Marseille, service assainissement
Mr THUILLIER	Ville de Saint Denis, services techniques
Mr VALIRON	CGE - CERGRENE
Mr VIGNOLLES	Ville de Toulouse, service assainissement

TABLE DES ILLUSTRATIONS

CARTES		Pages
Carte n° 1	Bassins versants de Seine St Denis	20
Carte n° 2	Canaux et rivières de Seine St Denis	21
Carte n° 3	Densité de la population à l'hectare	23
Carte n° 4	Etablissements industriels de 500 salariés et plus	24
Carte n° 5	Communes de Seine St Denis	26
Carte n° 6	Grands collecteurs et bassins de rétention de Seine St Denis	29
Carte n° 7	Zones industrielles récentes	85
Carte n° 8	Terrains d'enquête	99

TABLEAUX

Tableau n° 1	Budget annexe d'assainissement proposé en 1981 en Seine St Denis	38
Tableau n° 2	Structure du budget annexe d'assainissement	39
Tableau n° 3	Comparaison de différents budgets de Seine St Denis -1982	41
Tableau n° 4	Dépenses en assainissement au niveau national - 1981	42
Tableau n° 5	Répartition des dépenses au sein du plan d'adaptation	55
Tableau n° 6	Classification des différentes gestions automatisées par objectifs poursuivis	116
Tableau n° 7	Classification des gestions automatisées selon les modes techniques utilisés	127
Tableau n° 8	Comparaison des coûts des gestions automatisées avec l'investissement annuel des collectivités.	145
Tableau n° 9	Comparaison des coûts des gestions automatisées avec ceux de génie civil	146
Tableau n° 10	Collectivités ayant participées aux stages de formation continue de l'ENPC	202

FIGURES

Pages

Figure n° 1	Le cycle de l'eau dans la ville	3
Figure n° 2	Schéma synoptique du dispositif de gestion automatisée en Seine St Denis	33
Figure n° 3	Schéma du bassin du vieux Blanc-Mesnil	34
Figure n° 4	Diagramme de fonctionnement du bassin du vieux Blanc-Mesnil	35
Figure n° 5	Organigramme du service d'assainissement de Seine St Denis	43
Figure n° 6	Intervenants dans la gestion automatisée de Seine St Denis (cadres)	66
Figure n° 7	Etapas chronologiques de l'émergence de la gestion automatisée en Seine St Denis	67
Figure n° 8	Séparateur statique tourbillonnaire	83
Figure n° 9	Schéma synoptique des conditions d'émergence de la gestion automatisée en Seine St Denis	91
Fig.10 et 11	Hyétogramme, hydrogramme et diagrammes de pollution - Crue du 28 Décembre 1978 sur le bassin de Mantes-la-ville	104
Figure n° 12	Chambre de déversement avec déversoir gonflable	106
Figure n° 13	Schéma d'un bassin de surverse	107
Figure n° 14	Effet de l'urbanisation sur l'hydrogramme de crue	109
Figure n° 15	Un bassin d'orage particulièrement attractif	111
Figure n° 16	Histogramme du nombre des collectivités poursuivant des objectifs par l'utilisation d'une gestion automatisée	117
Figure n° 17	Schéma du réseau où s'applique une gestion automatisée à Bordeaux	119
Figure n° 18	Structure hiérarchisée et décentralisée d'un système de gestion automatisée	124
Figure n° 19	Pluviographe à auget basculeur	168
Figure n° 20	Enregistreur et interpréteur micro-informatique de mesures pluviographiques	168
Figure n° 21	Images radar	169
Figure n° 22	Vanne secteur formant seuil - vue d'aval	176
Figure n° 23	Vanne secteur type EGA	176
Figure n° 24	Armoire de commande de l'entrée d'air dans la hotte d'un siphon déprimé	177
Figure n° 25	Schéma de fonctionnement d'un siphon déprimé	177
Figure n° 26	Bilan global de pollution - France entière - 1978	181

SIGLES DES ORGANISMES

AFB	Agence Financière de Bassin
AFBSN	= AFB Seine Normandie
AFBLB	= AFB Loire Bretagne
AFBAP	= AFB Artois Picardie
AFBRM	= AFB Rhin Meuse
AFBRMC	= AFB Rhône Méditerranée Corse
AFBAG	= AFB Adour Garonne
AGHTM	Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux
A03	Arrondissement Opérationnel 3 (DDE 93)
BIPE	Bureau d'Informations et de Prévisions Economiques
CGE	Compagnie Générale des Eaux
CEMAGREF	Centre national du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts
CENELT	Compagnie d'Engineering en Electronique
CERGRENE	Centre d'Enseignement et de Recherche pour la Gestion des Ressources Naturelles et de l'Environnement
CETE	Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement
COURLY	Communauté URbaine de LYon
CR2M	Conseil et Réalisation en Micro-électronique et Micro- informatique
CUB	Communauté Urbaine de Bordeaux

DAFU	Direction de l'Aménagement Foncier et de l'Urbanisme
DDA	Direction Départementale de l'Agriculture
DDE	Direction Départementale de l'Equipement
DGCL	Direction Générale des Collectivités locales
DRE	Direction Régionale de l'Equipement
DUP	Direction de l'Urbanisme et du Paysage
EDF	Electricité De France
EGA	Eau Gaz Assainissement (Nice)
EMR	Electronique et Micro-informatique Romoise (Paris)
ENPC	Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
ENSEEIH	Ecole Nationale Supérieure Electricité Electronique Informatique Hydraulique de Toulouse
IAURIF	Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France
IMF	Institut de Mécanique des Fluides
INSA	Institut National des Sciences Appliquées
IRCHA	Institut national de Recherches CHimiques Appliquées
IUP	Institut d'Urbanisme de Paris
FNSP	Fondation Nationale des Sciences Politiques
LCPC	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

LHM	Laboratoire d'Hydrologie Mathématique
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economique
OTV	Omnium de Traitements et de Valorisation
SHF	Société Hydrotechnique de France
SIAAP	Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne
SIVOM	Syndicat Intercommunal à Vocation Multiple
SLEE	Société Lyonnaise de l'Eau et de l'Eclairage
SOGREAH	SOCIÉTÉ GRENOBLOISE d'Etudes et Applications Hydrauliques
STU	Service Technique de l'Urbanisme
TPE	Travaux Publics de l'Etat

ABREVIATIONS DES UNITES DE MESURES et autres.

CAO	Conception Assistée par Ordinateur
DBO5	Demande Biologique en Oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DGE	Dotation Globale d'Equipement
EP	Eaux Pluviales
EU	Eaux Usées
MES	Matières En Suspension
MHZ	Méga HertZ (fréquence)
MVS	Matières Volatiles en Suspension
PADOG	Plan d'Aménagement et D'Organisation Générale
PID	Proportionnelle Intégrale Dérivée (régulation par micro-processeurs)
POS	Plan d'Occupation des Sols
SDAU	Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
SDAURP	Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Parisienne
TSM	Techniques et Sciences Municipales (revue de l'AGHTM)
VRD	Voiries et Réseaux Divers

RESUME

La gestion automatisée des réseaux d'assainissement est une innovation technique, née dans le département de la Seine Saint-Denis au début des années 70, dans des conditions locales spécifiques (problèmes aigus de dysfonctionnements de réseau, contexte physique particulier imposant de fortes contraintes techniques, occasion institutionnelle saisie par les élus pour renforcer leur solidarité à la fois technique, financière, et politique, techniciens dynamiques).

Cette innovation commence à se diffuser en France, dans d'autres contextes urbains. Ce n'est pas la transposition pure et simple du système de gestion automatisé de Seine Saint-Denis qui se manifeste. Néanmoins les divers cas rencontrés peuvent être regroupés dans une typologie simple, prouvant leur appartenance à un même cadre de logique globale dont la Seine St-Denis peut être considérée comme le prototype.

Les facteurs favorables à la diffusion de l'innovation sont nombreux. Leur force ne deviendra effective que lorsque l'efficacité de l'innovation aura été démontrée. Néanmoins, une démarche intellectuelle nouvelle face à la gestion des réseaux d'assainissement a été lancée, sans que soit remise en cause la problématique classique de l'assainissement. Les enjeux que représentent les réseaux d'assainissement sont tels, que des solutions du type de la gestion automatisée, certes complexes mais si peu cher en investissement face aux coûts des travaux de génie civil, doivent être tentées. L'amélioration des connaissances apportées par la recherche dans ce domaine, aidera à l'application de méthodes d'assainissement plus efficaces d'un point de vue économique et écologique.

MOTS CLES

ASSAINISSEMENT, réseau, gestion automatisée, Seine-Saint-Denis (département)

GESTION AUTOMATISEE/ASSAINISSEMENT, Seine-Saint-Denis (département)